



УЧЕБНЫМ ОРГАНИЗАЦИЯМ ДОСААФ И РАДИОКРУЖКАМ

ДИНАМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ *p-n* ПЕРЕХОДА

М. Гершанович, Ю. Морозов, М. Муралев

Описываемая модель *p-n* перехода иллюстрирует следующие физические процессы:

диффузию «дырок» из *p*-области в *n*-область и образование отрицательно заряженного слоя на границе *p-n* перехода (рис. 1, *а*);

диффузию электронов из *n*-области в *p*-область и образование положительно заряженного слоя на границе перехода (рис. 1, *б*);

одновременную диффузию «дырок» и электронов, образование двойного электрического слоя и возникновение контактной разности напряжений $U_к$, а также перемещение неосновных носителей и процесс рекомбинации (рис. 1, *в*). Если напряжение *p* и *n*-областей одинаково, то ток диффузии будет равен по значению току, создаваемому неосновными носителями (дрейфовому току). Это иллюстрируется «протеканием» по внешней цепи двух равных по значению и противоположных по направлению токов;

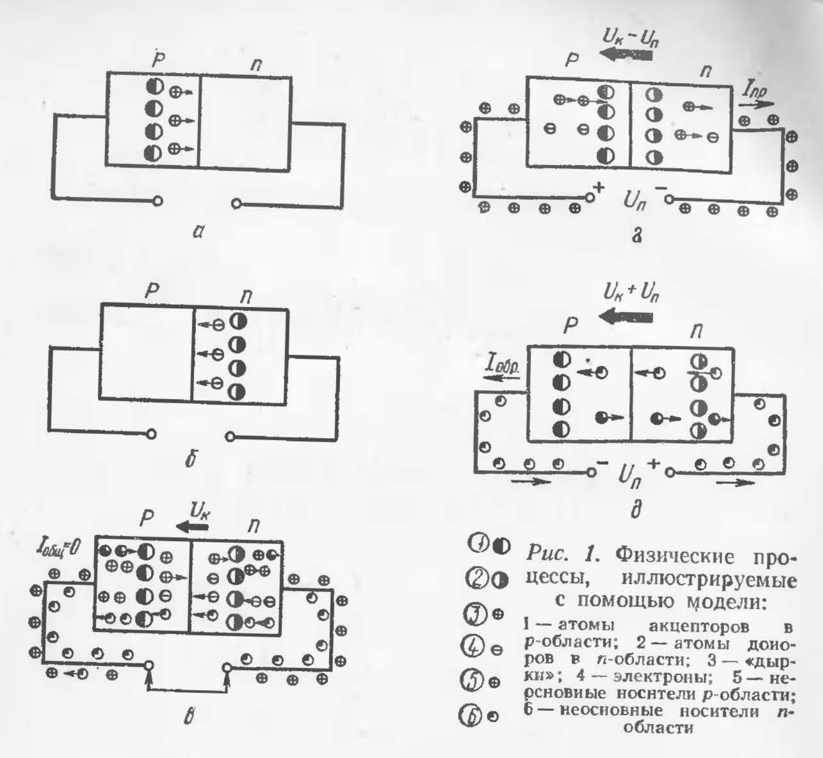


Рис. 1. Физические процессы, иллюстрируемые с помощью модели:

1 — атомы акцепторов в *p*-области; 2 — атомы доноров в *n*-области; 3 — «дырки»; 4 — электроны; 5 — неосновные носители *p*-области; 6 — неосновные носители *n*-области

включение *p-n* перехода в прямом направлении, сужение «запорного» слоя и протекание прямого тока во внешней цепи (рис. 1, *г*);

обратное включение *p-n* перехода, прекращение диффузионного тока, протекание обратного тока во внешней цепи и расширение запирающего слоя (рис. 1, *д*).

В основу работы модели положен принцип, часто используемый для получения эффекта «бегущие огни» в елочных гирляндах (см., например, «Радио», 1979, № 11), который позволяет наглядно иллюстрировать движение электронов и «дырок» и прохождение тока во внешней цепи. Сущность этого принципа заключается в следующем: если расположить электрические лампочки в ряд и поочередно подключать их к источнику напряжения, возникает зрительное ощущение перемещения «огня» в одну сторону.

Для поочередного включения лампочек обычно используют релейные устройства на транзисторах. В описываемой модели для этой цели применены цифровые микросхемы и

Рис. 2. Схема динамической модели

тиристорные ключи, что позволило уменьшить потребляемую мощность, массу и повысить надежность работы.

Принципиальная электрическая схема модели показана на рис. 2. В устройство входят генератор прямоугольных импульсов, кольцевой счетчик, тиристорные ключи, цепочки последовательно соединенных лампочек накаливания, блок коммутации и блок питания.

Блок питания образуют трансформатор *T1*, двухполупериодный выпрямитель на диодах *V25...V28*, включенных по мостовой схеме, и стабилизатор напряжения на стабилитроне *V30* и транзисторе *V29*. Переменные напряжения 14, 40, 50 и 20 В вторичных обмоток *III...VI* трансформатора через блок коммутации подаются к гирляндам ламп *H1...H146*, которые имитируют физические процессы и освещают поясняющие надписи на лицевой панели модели.

Генератор прямоугольных импульсов собран на двух логических элементах 2И-НЕ микросхемы К155ЛА3 (*D1.1* и *D1.2*) и транзисторе КТ315Б (*V1*). Работает он следующим образом. Пусть в исходном состоянии транзистор *V1* закрыт. Следовательно, на вход элемента *D1.1* подается сигнал логической 1, а с выхода снимается 0; с выхода же элемента *D1.2* будет сниматься сигнал логической 1, так как этот элемент микросхемы является инвертором. Полученный импульс напряжения через цепочку резисторов *R3R1R2* и внутреннее сопротивление элемента *D1.2* заряжает конденсатор *C1*. Как только конденсатор *C1* зарядится до напряжения открывания транзистора, последний открывается, и конденсатор начинает разряжаться до тех пор, пока транзистор вновь не закроется, затем процесс повторится.

Частоту генерируемых импульсов в пределах 0,3...3 Гц можно изменять подбором резистора *R2*, конденсатора *C1* и подстроечным резистором *R3*.

Генерируемый импульс подается на вход кольцевого счетчика, выполненного на двух микросхемах (*D2, D3*), каждая из которых содержит по два *D*-триггера. Триггеры соединены в кольцевой сдвигающий регистр. При установке декады в исходное состояние кнопкой *S1* «Сброс» на выходе *Q* первого триггера устанавливается низкий уровень, а на $\bar{Q}$ выходах остальных — высокий. При подаче на вход импульса от генератора низкий уровень появляется поочередно на всех выходах регистра. Чтобы получить положительную полярность импульсов, необходимых для открывания тиристоров *V2...V5*, на выходах счетчика включены инверторы *D1.3, D1.4, D4.1* и *D4.2*.

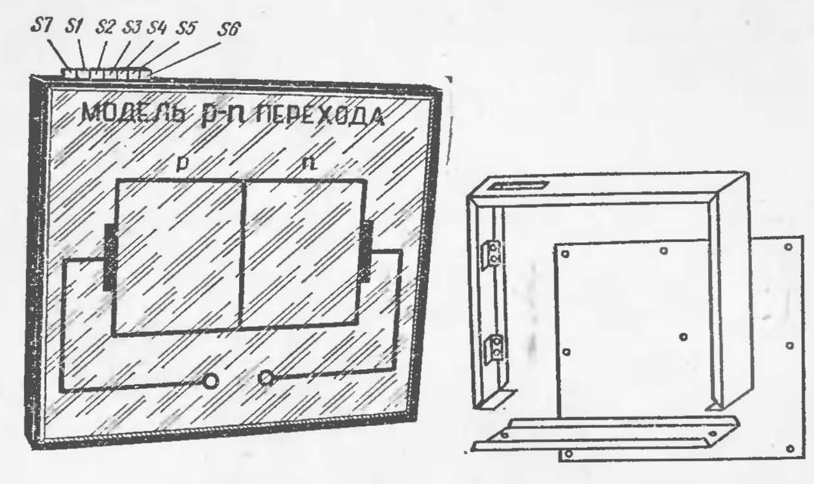


Рис. 3. Внешний вид модели *Рис. 4.* Конструкция корпуса

Коммутация цепей питания гирлянд лампочек осуществляется кнопочными переключателями *S2...S6* типа П2К. Нажатием кнопки переключателя *S2* подают на лампы *H1...H12* («Дырки») напряжение 20 В и напряжение 40 В на лампы *H93...H98*, имитирующие нескомпенсированные заряды атомов акцепторной примеси. Кнопкой *S3* включают цепочки ламп *H13...H24* («Электроны») и лампы *H99...H104*, соответствующие нескомпенсированным зарядам атомов донорной примеси.

Переключателем *S4* в цепи тиристоров одновременно включаются лампы *H1...H12* («Дырки»), *H13...H24* («Электроны»), *H25...H56* («Неосновные носители и обратный ток»), *H57...H80* («Прямой ток»), *H81...H92* («Рекомбинация»), а также *H93...H98* («Акцепторы»), *H99...H104* («Доноры»), *H105...H110* («Подсветка») и лампы *H111...H128*, иллюстрирующие запорный слой и возникновение контактной разности напряжений $U_к$.

В режиме прямого включения *p-n* перехода кнопкой *S5* в цепи тиристоров включаются гирлянды ламп *H1...H12*, *H13...H24*, *H57...H80*, *H81...H92* и зажигаются лампы *H111...H128*, освещающие суженный запорный слой и надписи «+», «—» источника питания «$U_п$» и «$U_к - U_п$», а в режиме обратного включения *p-n* перехода кнопкой *S6* — гирлянды ламп *H25...H56* («Неосновные носители и

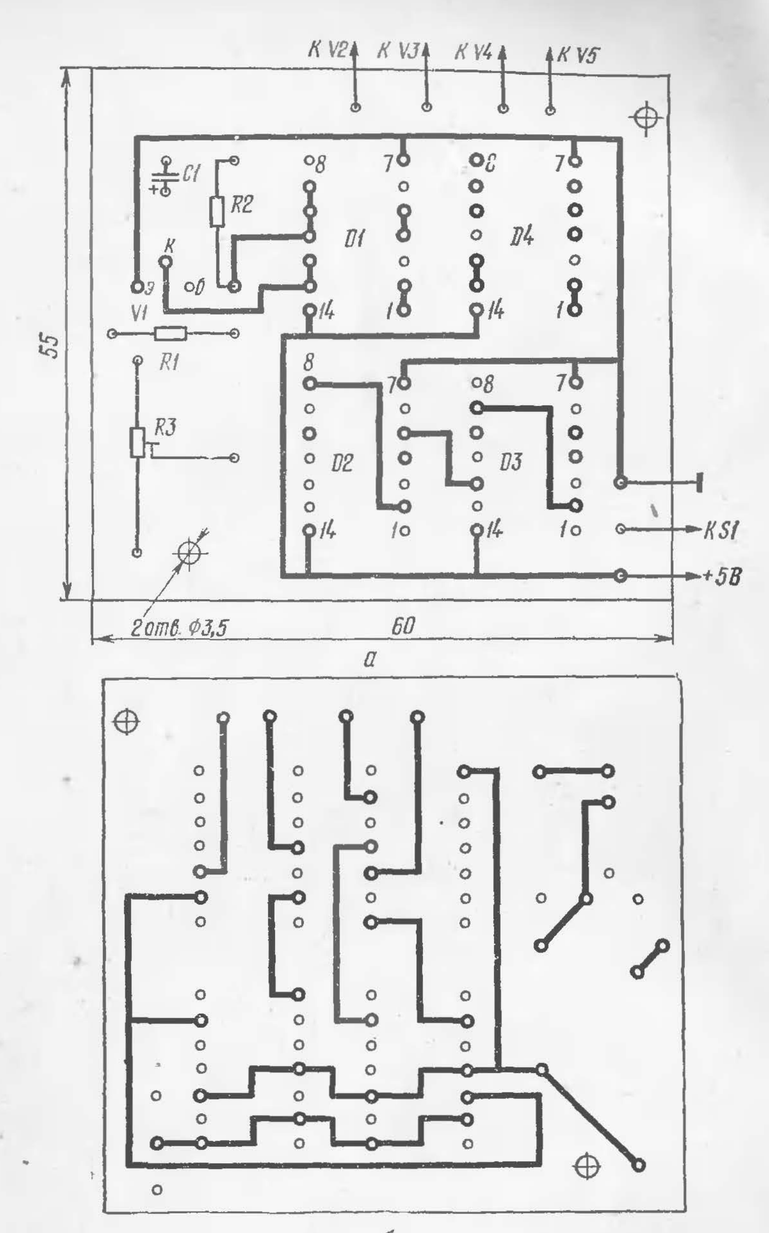


Рис. 5. Плата задающего генератора и кольцевого счетчика

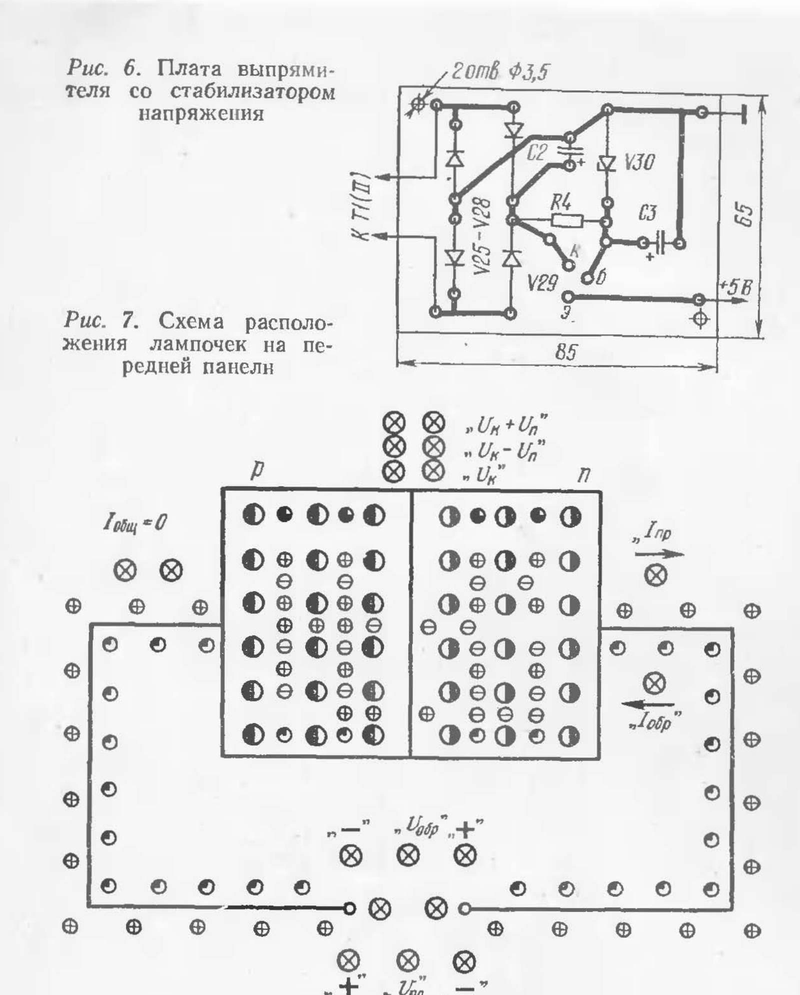


Рис. 6. Плата выпрямителя со стабилизатором напряжения

Рис. 7. Схема расположения лампочек на передней панели

обратный ток»), лампы *H129...H146*, подсвечивающие надписи «—», «+», «$U_к + U_п$», иллюстрирующие расширение запорного слоя при обратном включении *p-n* перехода.

Диоды *V6...V24* препятствуют прохождению импульсов тока в гирлянды, которые при том или ином режиме *p-n* перехода не должны светиться.

Трансформатор *T1* блока питания выполнен на магнитопроводе ШЛ20×40. Обмотка *I* содержит 1116 витков провода ПЭВ-1 0,35, обмотка *II* — 32 витка провода ПЭВ-1 0,15, обмотка *III* — 73 витка провода ПЭВ-1 0,38,

обмотка *IV* — 210 витков провода ПЭВ-1 0,77, обмотка *V* — 262 витка провода ПЭВ-1 0,38, обмотка *VI* — 105 витков провода ПЭВ-1 0,51.

Внешний вид модели показан на рис. 3. Его корпус размерами 620×520×90 мм (рис. 4) сделан из листовой стали толщиной 0,8 мм и покрыт молотковой эмалью. Нижняя и задняя стенки съемные.

Детали генератора импульсов и кольцевого счетчика смонтированы на печатной плате размерами 60×55 мм (рис. 5) из двустороннего фольгированного стеклотекстолита. На отдельных платах смонтированы выпрямитель со стабилизатором напряжения (рис. 6), блок тиристоров и диодов.

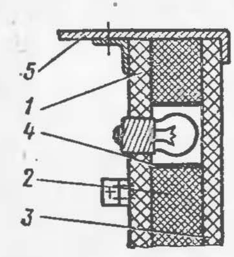


Рис. 8. Крепление монтажной панели в корпусе:
1 — монтажная панель; *2* — пенопласт; *3* — лицевая панель корпуса; *4* — алюминиевая фольга; *5* — корпус

Схема размещения ламп на лицевой панели показана на рис. 7.

Весь монтаж выполнен на панели из изоляционного материала, в которой просверлены отверстия для ламп (рис. 8). Для исключения рассеяния света на панель наклеен листовой пенопласт толщиной 10 мм с отверстиями под лампы, оклеенными алюминиевой фольгой. Панель вместе с пенопластом прикреплена к боковым стенкам корпуса при помощи двух петель (для удобства осмотра и ремонта).

Лицевая панель выполнена из органического стекла. Рисунок сделан с обратной стороны. Непросвечиваемые участки панели покрыты алюминиевой краской, а просвечиваемые — светлой нитроэмалью; контуры рисунка сделаны черной нитроэмалью. Для разделения ламп по их функциональному назначению каждая из гирлянд окрашена в соответствующий цвет.

Трансформатор *T1* блока питания размещен на дне корпуса, а блок кнопочных переключателей — на верхней стенке.

Н а л а д к а макета сводится к проверкам работоспособности генератора импульсов с помощью осциллографа и

контроля прохождения сигналов через кольцевой счетчик. Частоту следования импульсов устанавливают подстроечным резистором *R3*.

Аналогично можно сконструировать динамическую модель транзистора или других полупроводниковых приборов с *p-n* переходами. Для этого надо соответственно изменить число гирлянд и расположение ламп на лицевой панели модели.

ТРЕНАЖЕР РАДИОТЕЛЕГРАФИСТА

В. Горбатый (UB5WCC)

Этот электронный автомат предназначен для изучения телеграфной азбуки, обучения работе в эфире телеграфом, а также записи и считывания телеграфного кода, записанного в оперативную память от клавиатурного датчика, автоматического телеграфного ключа или внешнего источника.

Тренажер, внешний вид которого показан на рис. 1, формирует телеграфным кодом Морзе буквы, цифры и знаки препинания от клавиатуры и манипулятора, а также три вида помех: «Спец.», «ТЧК» и «Шум». Предусмотрены звуковая и световая индикация телеграфного кода. Скорость формирования телеграфного кода регулируется плавно в пределах от 30 до 1000 знаков в минуту. С такой же скоростью осуществляется запись телеграфного кода в оперативную память и считывание его. Объем оперативной памяти — 1024 бита.

Тренажер состоит из трех (не считая встроенного источника питания) функционально законченных блоков: клавиатурного датчика с автоматическим ключом, блока оперативной памяти и имитатора помех с выходными каскадами.

На рис. 2 приведена схема шифратора клавиатурного датчика, а на рис. 3 — схема формирователя кода, состоящего из двух регистров сдвига, несущих информации о точке, тире и паузе (микросхемы *D2, D3, D6, D8, D10, D12*) и числе импульсов в знаке *(D1, D5, D9, D11.2)*, устройства сброса формирования строба *(D4)*, тактового генератора *(D7.1, D7.2)*, делителя частоты *(D11.1)*, триггера формирования точки *(D13)*, триггера формирования тире *(D14)* и формирователя импульсов продвижения информации в регистрах.

2 2–3070

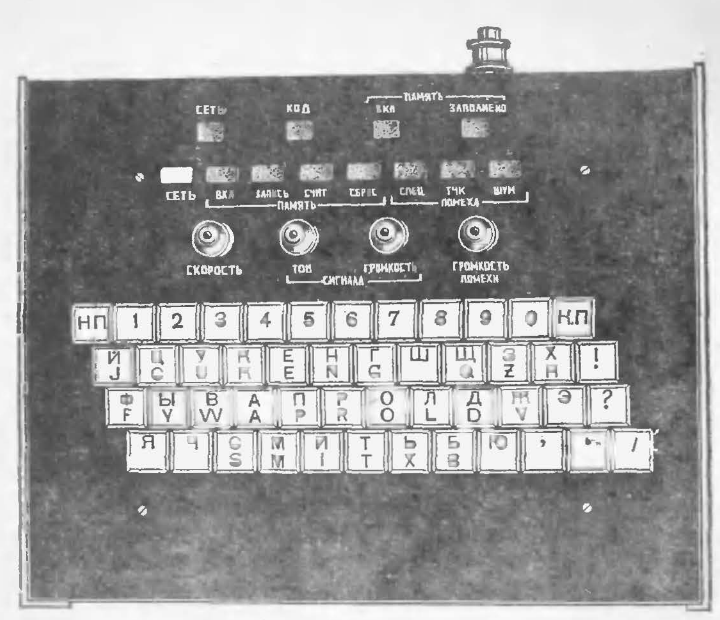


Рис. 1. Внешний вид тренажера

Принцип работы клавиатурного датчика заключается в следующем. Каждый знак, вводимый в датчик через клавиатуру, кодируется шифратором в 12-разрядный код. Первые шесть разрядов *(I...VI)* несут информацию о расположении точек и тире в знаке, причем точка кодируется логической единицей, а тире — перепадом логической единицы в нуль; остальные шесть разрядов *(1...6)* несут информацию о числе элементов в знаке. В исходном состоянии на всех выходах шифратора логическая единица. Триггеры регистров сдвига находятся в исходном (нулевом) состоянии. При нажатии, например на клавишу «Ц», замыкаются контакты геркона *S3* и на выходах *I, III* и *4* шифратора появляется логический нуль. Далее из перепадов напряжений с помощью дифференцирующих цепочек *R16C14, R5C5, R10C8* (рис. 3) формируются импульсы, которые устанавливают триггеры *D12, D5.1* и *D8* в единичное состояние. При установке триггера *D5.1* в единичное состояние на выходе микросхемы *D4* формируется строб, разрешающий триггеру точек *D13* сформировать четыре элемента, необходимых для кода буквы «Ц». При установке триггеров *D8* и *D12* в единичное состояние первый и третий элементы будут соответствовать тире.

Тактовый генератор собран на элементах *D7.1, D7.2* микросхемы *D7*. Его частота зависит от емкости конденсатора *C9* или *C10* и сопротивления резистора *R11*. Резистором *R11* устанавливают частоту генератора плавно, а переключением конденсаторов *C9* и *C10* — дискретно. Далее частота генератора делится триггером *D11.1* на два. Сигнал тактовой частоты с выхода *8* элемента *D11.1* подается на вход *12* триггера *D13* формирования точки. Но этот триггер формирует сигнал точки лишь в том случае, когда на его входе *2* появляется логическая единица с выхода *8* микросхемы *D4*. С выхода *6* микросхемы *D13* сигнал подается на вход *12* микросхемы *D14*. И если на входе *2* этой микросхемы логическая единица, то она формирует тире.

Таким образом формируется первое тире буквы Ц. Этот сигнал поступает на элемент *D7.3*, а с его выхода на выходной разъем *X2* и на входы *C* триггеров *D2, D3, D6, D8, D10, D12*. При этом информация в регистре переносится вправо (триггер *D10* устанавливается в единичное состояние, а триггер *D12* в нулевое).

С выхода элемента *D7.3* сигнал через дифференцирующую цепочку *R18C19* поступает и на вход элемента *D7.4*, а с его выхода — на входы *C* триггеров *D1, D5, D9, D11.2*. При этом информация в регистре сдвига также переносится вправо, т. е. триггер *D5.2* устанавливается в единичное состояние. В дальнейшем цикл повторится. А на вход триггера точки идут тактовые импульсы, в результате формируется точка, поскольку строб на выходе *8* микросхемы *D4* продолжает формироваться. Тире же формироваться не будет, потому что триггер *D12* находится в нулевом состоянии. При этом на выход микросхемы *D7.3* поступит импульс длительностью точки, которым в регистрах сдвига осуществляется перенос информации вправо. Триггер *D12* установится в единичное состояние, и третий импульс буквы Ц сформируется длительностью тире. Четвертый импульс буквы Ц будет сформирован аналогично второму. После формирования четвертого импульса закончится строб, и триггер точек прекратит работу. Кроме того, четвертым импульсом все триггеры регистров сдвига установятся в исходное состояние, и клавиатурный датчик будет готов к формированию кода другого знака.

Формирование телеграфного кода от манипулятора осуществляется следующим образом. При нажатии манипулятора *S2* в положение «.» (точка) уровень логического нуля поступает через диод *V3* на вход *4* триггера *D11.2*,

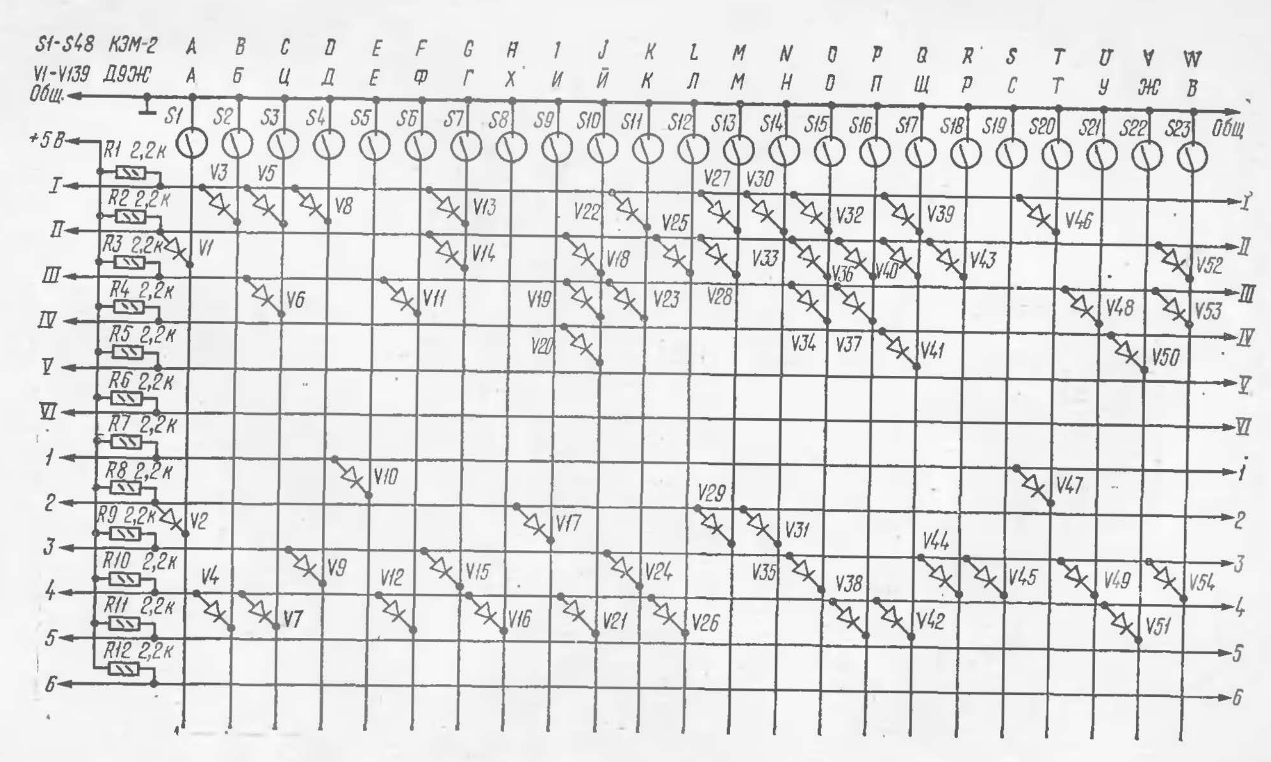


Рис. 2. Схема шифратора клавиатурного датчика

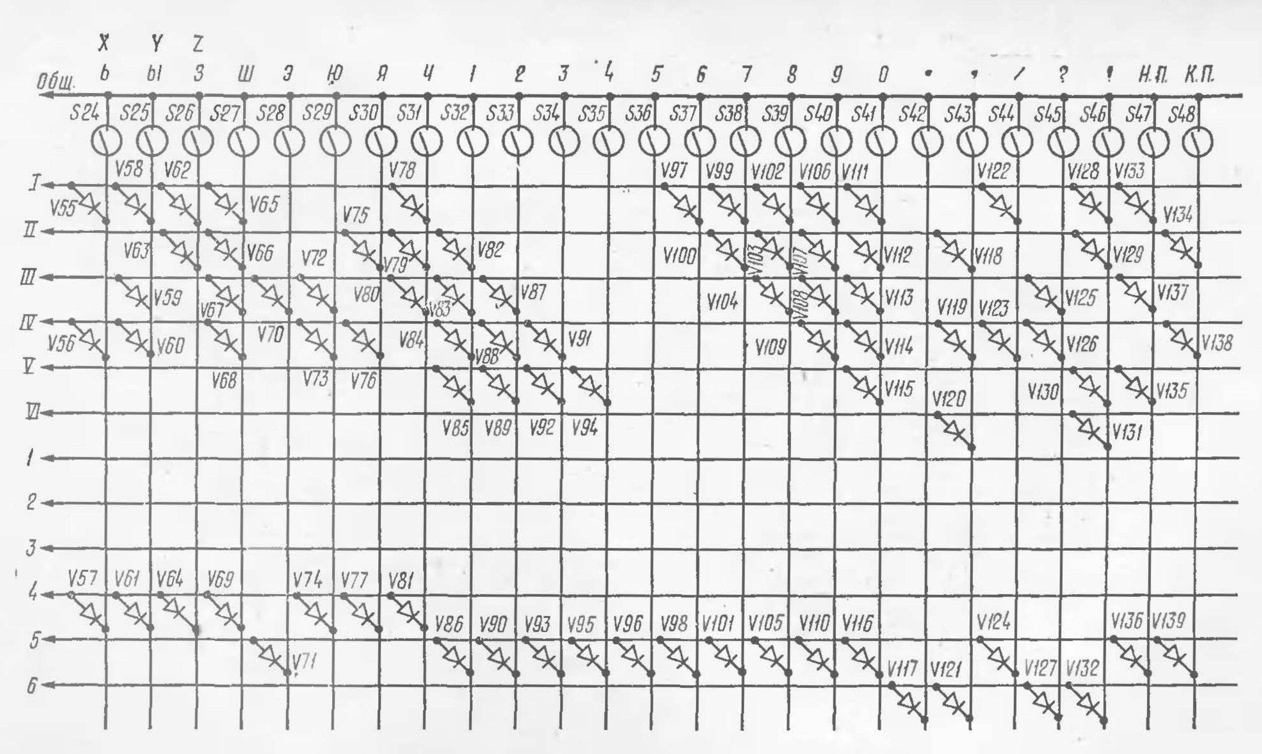


Рис. 2. Схема шифратора (продолжение)

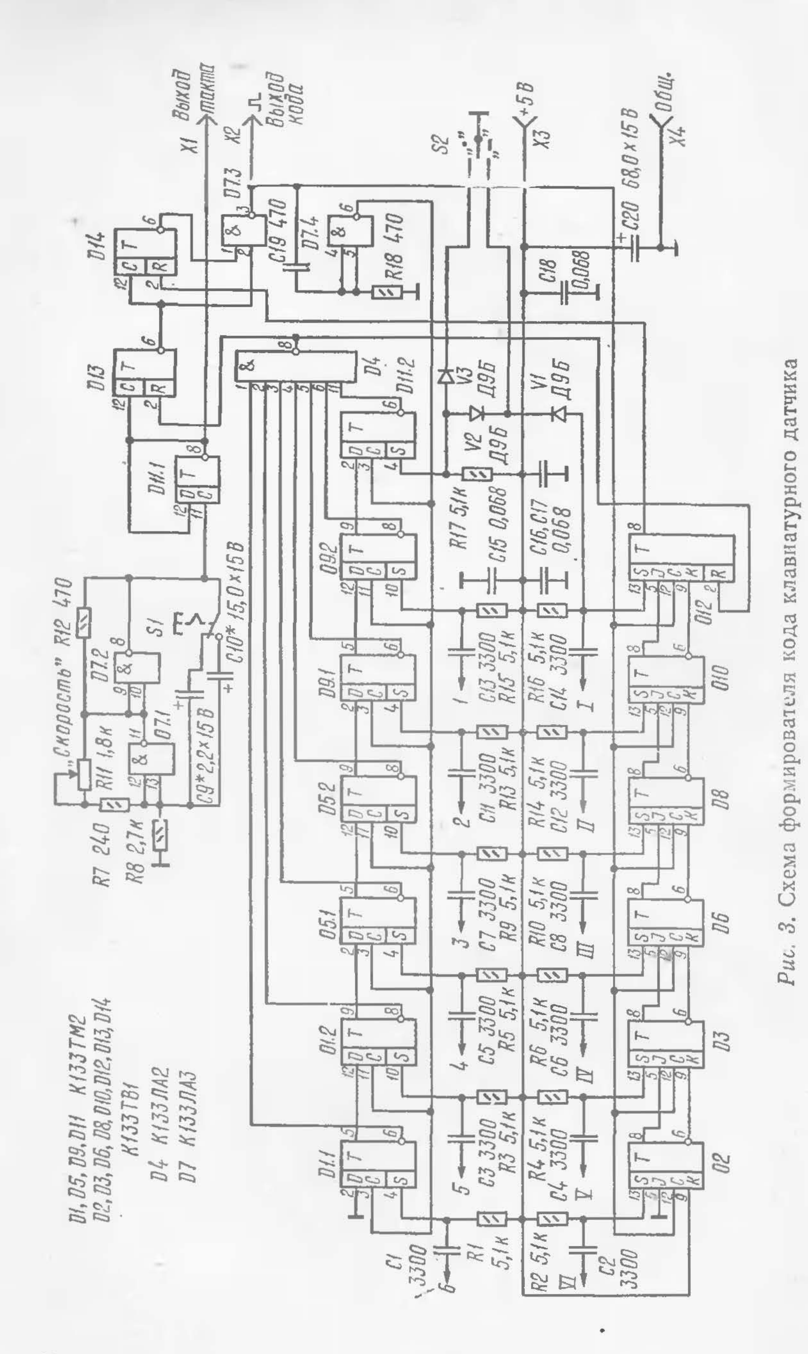


Рис. 3. Схема формирователя кода клавиатурного датчика

который устанавливается в единичное состояние. Затем логический нуль с выхода *6* элемента *D11.2* поступает на вход *11* микросхемы *D4*, что приводит к появлению на ее выходе *8* логической единицы, и высокий потенциал на входе *2* микросхемы *D13* разрешает формирование точек. Число точек зависит от времени нажатия ручки манипулятора в положении «.».

При нажатии ручки манипулятора в положение «—» (тире) логический нуль поступает на вход *4* триггера *D11.2* через диод *V2* и на вход *13* триггера *D12* через диод *V1*. При этом высокий потенциал на выходе *8* триггера *D12* разрешает работу триггера тире.

Блок оперативной памяти (рис. 4) состоит из элемента памяти (*D14*), десятиразрядного адресного делителя (*D3, D5, D9, D12, D13*), устройства формирования сигнала «Сброс» (*D6, D8, D10, D11.1, D11.2*), ждущего мультивибратора (*D2.4, D7.1, D7.2, D7.3*). Остальные микросхемы этого блока участвуют в управлении режимами его работы.

На входы блока оперативной памяти подаются только два сигнала — телеграфный код и тактовый импульс, поэтому его можно использовать с электронным ключом, клавиатурным датчиком или любым другим источником телеграфного кода.

Для записи телеграфного кода в оперативную память сначала нажимают кнопку *S3* «Сброс», чтобы установить триггеры делителя (*D3, D5, D9, D12, D13*) в исходное состояние, а затем замыкают контакты кнопки *S2* «Запись». При этом на входах элементов *D2.1* и *D2.3* появляется логический нуль. Сигнал логической единицы на выходе элемента *D2.3* разрешает работу ждущего мультивибратора.

Запуск ждущего мультивибратора осуществляется тактовым импульсом, поступающим на вход *12* элемента *D2.4*. Длительность формируемого им тактового импульса определяется параметрами конденсатора *C3* и резистора *R4*. С выхода элемента *D7.3* сформированный тактовый импульс поступает на вход делителя (вход *3* элемента *D3.1*), на вход *3* микросхемы *D14* через элемент *D11.3* и на вход *11* микросхемы *D8* через элемент *D7.4*. Выходы *5* и *9* триггеров делителя соединены с адресными входами микросхемы *D14*. Одновременно на вход *11* микросхемы *D14* поступает телеграфный код, прошедший через элемент *D10.4* и микросхему *D6*. В данном случае происходит запись информации («точка», «тире» или «пауза») в

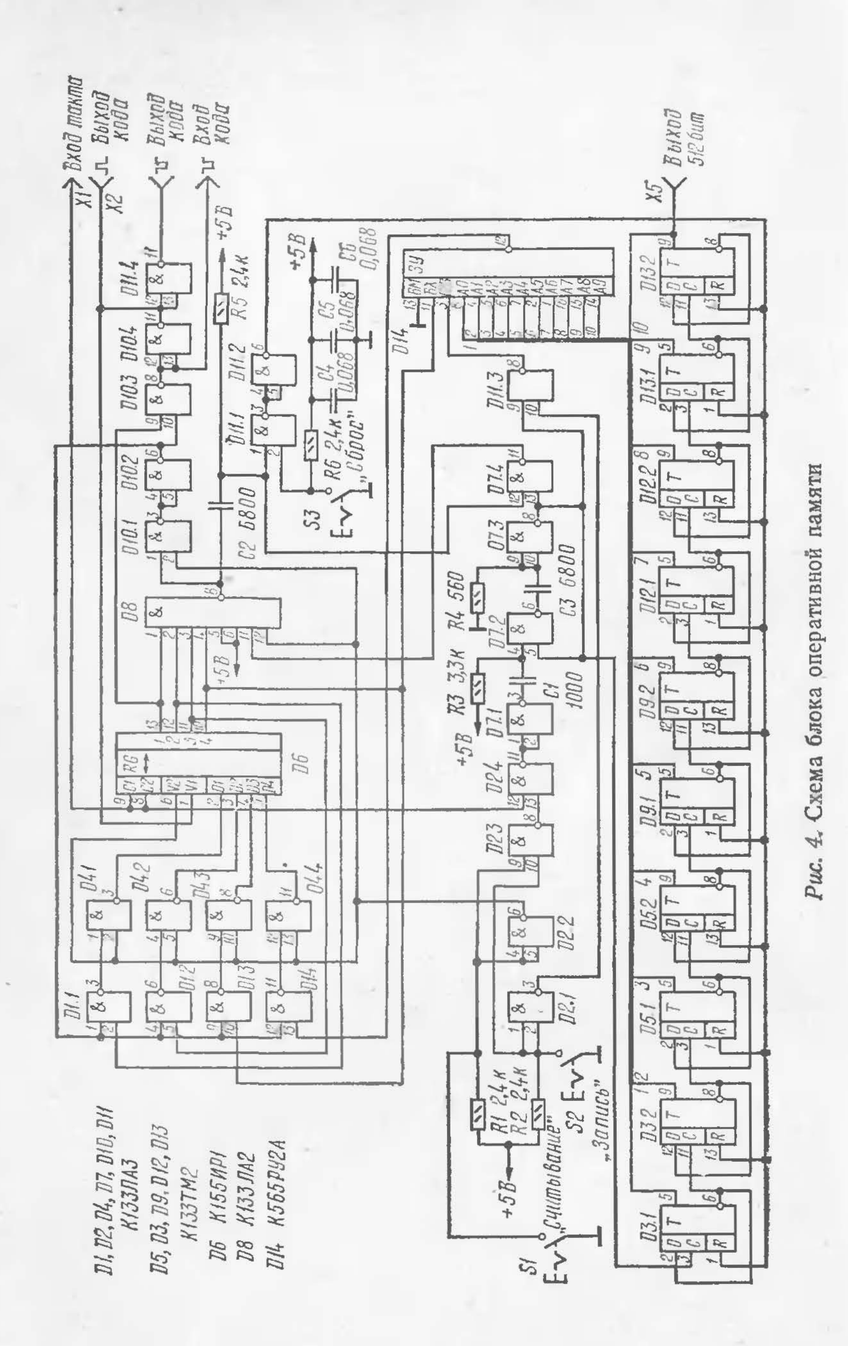


Рис. 4. Схема блока оперативной памяти

память. При разрыве контактов кнопки *S2* запись прекращается.

Для считывания информации контакты кнопки *S1* «Считывание» замыкают. Чтобы считывание информации шло с начала записи, триггеры делителя кнопкой *S3* «Сброс» устанавливают в исходное состояние.

В режиме «Считывание» тактовый импульс подается только на входы *8* и *9* микросхемы *D6* и на вход делителя с элемента *D7.3*. На вход *3* микросхемы *D14* подается логическая единица, обеспечивающая этот режим работы. С выхода *12* микросхемы *D14* информация поступает на выход блока через микросхемы *D1, D4, D6, D8, D10, D11.4*. Для микросхем *D1, D4, D6, D8, D10.1* режим «Считывание» обеспечивается логической единицей, поступающей к ним с выхода *6* микросхемы *D2.2*. Если записанная информация заканчивается, устройство формирования сигнала «Сброс» вырабатывает импульс, которым триггеры дела «Сброс» устанавливаются в исходное состояние, и считывание информации повторяется. Таким образом, считывание может производиться многократно.

Устройство позволяет записывать любое число знаков (3, 5, 8, 20 и т. д.) и считывать эту информацию много раз, но при этом не нужно ждать окончания памяти, если она заполнена частично. При размыкании контактов выключателя *S1* считывание информации прекращается. Повторное замыкание позволяет продолжать считывать информацию.

Стирание информации в ячейках памяти осуществляется при повторной записи или обесточивании блока.

Имитатор помех (рис. 5) состоит из трех мультивибраторов (элементы *D1.1, D1.2, D1.3, D2.1, D2.2, D2.3* и *D1.4, D2.4*), которые формируют помехи «Спец.» и «ТЧК», генератора помехи «Шум» (стабилитрон *V1*, микросхема *A1* и транзистор *V2*), тонального генератора (элементы *D3.1, D3.2*), усилителя НЧ (транзисторы *V3* и *V4*), выходного каскада телеграфного кода (транзистор *V5*, реле *K1* и лампа *H1*) и световой сигнализации (транзистор *V8*, лампа *H2*) об окончании памяти емкостью 512 бит.

На вход имитатора помех можно подавать телеграфный код от клавиатурного датчика (через гнездо *X3*) или от блока оперативной памяти (через гнездо *X5*). Создающийся на выходе *3* элемента *D4.1* сигнал поступает на гнездо *X7*. Инверсный сигнал телеграфного кода поступает на гнездо *X6* с выхода *11* элемента *D4.3*.

Телеграфный код подается также на базу транзистора *V5*, нагруженного на реле *K1* и лампу *H1*. Реле срабаты-

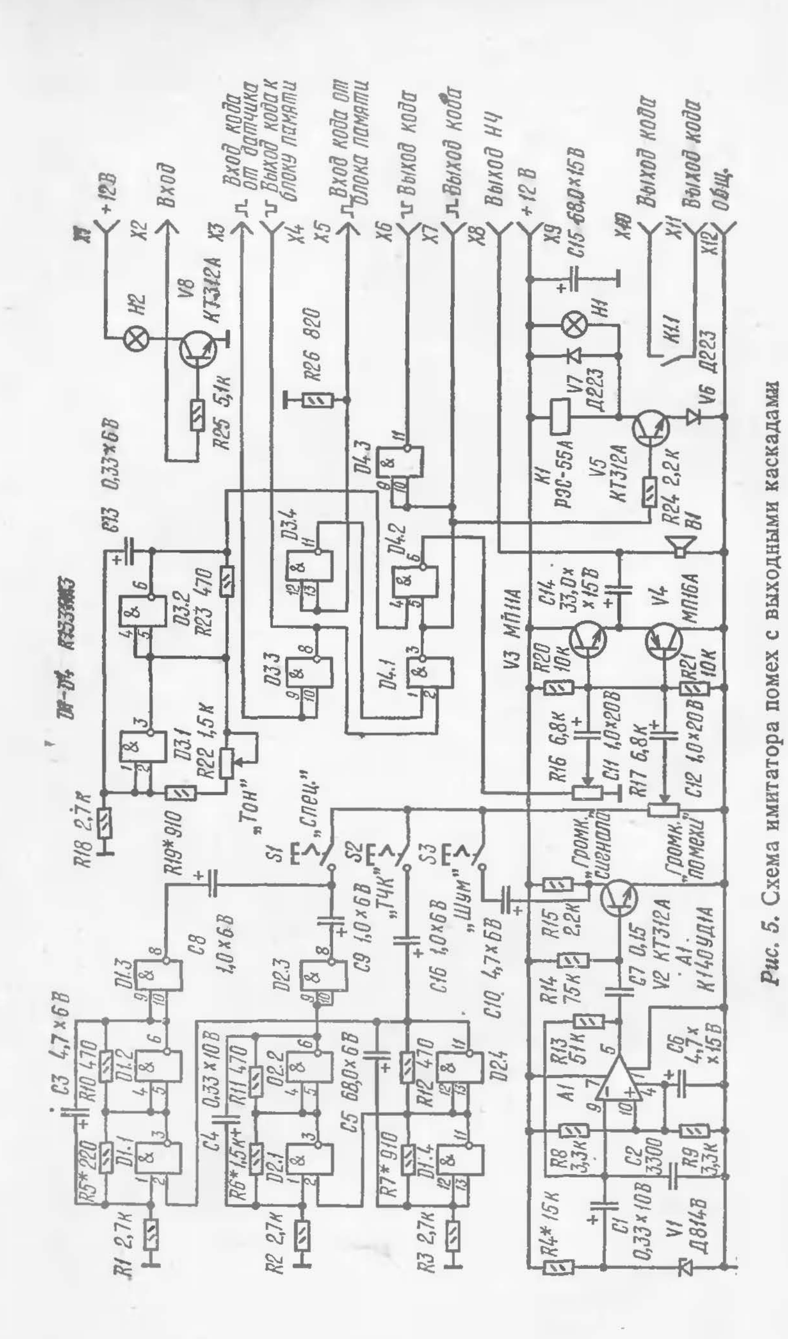


Рис. 5. Схема имитатора помех с выходными каскадами

Рис. 6. Схема блока питания

вает в такт с телеграфным кодом и своими контактами *K1.1* модулирует передатчик, а лампа *H1*, мигая в такт с телеграфным кодом, позволяет изучать телеграфную азбуку визуально.

Тональный телеграфный сигнал создает генератор, собранный на элементах *D3.1* и *D3.2*: Частоту генерируемых колебаний можно плавно изменять переменным резистором *R22* «Тон». Сигнал генератора поступает на вход *4* элемента *D4.2*, а телеграфный код — на вход *5*, образуя на выходе *6* этого элемента «пачки» звукового сигнала. Этот сигнал через резистор *R16* «Громк. сигнала» подается на вход усилителя НЧ и далее к динамической головке *B1* и выходному гнезду *X8*.

Помеха «Шум» имитирует шум приемника. Сигнал такой помехи создается стабилитроном *V1* и усиливается операционным усилителем *A1* и транзистором *V2*. Через контакты переключателя *S3* сигнал помехи поступает на вход усилителя НЧ. Громкость помехи «Шум» регулируют переменным резистором *R17* независимо от полезного сигнала.

Помеха «ТЧК» имитирует два сигнала, прослушиваемых в телефонах одновременно. Ее источником служит мультивибратор, собранный на элементах *D1.4, D2.4*. При замыкании контактов выключателя *S2* он, как и сигнал помехи «Шум», подается на вход усилителя НЧ на транзисторах *V3* и *V4*.

Помеху «Спец.» формируют три мультивибратора, два из которых (элементы *D1.1, D1.2* и *D2.1, D2.2*) генерируют колебания разных частот, а третий (элементы *D1.4, D2.4*) управляет их работой. Подключают мультивибраторы к усилителю НЧ кнопкой *S1*.

Выключатели *S1...S3* независимы, поэтому включать помехи можно в любой комбинации.

Блок питания (рис. 6), обеспечивающий тренажеру стабилизированные напряжения +5 В при токе до 0,6 А и +12 В при токе до 0,1 А, состоит из трансформатора *T1*, двухполупериодного выпрямителя на диодах *V1...V4*, включенных по мостовой схеме, и двух стабилизаторов. Выпрямленное диодами и сглаженное конденсатором *C1* напряжение около 16 В через плавкий предохранитель *F2* поступает на оба стабилизатора. Стабилизатор напряжения +12 В собран на стабилитроне *V6* и транзисторе *V5*, а стабилизатор напряжения +5 В — на стабилитроне *V7* и транзисторах *V8...V10*. Выходное напряжение первого из них определяется напряжением стабилизации стабилитрона *V6*; выходное напряжение второго устанавливают подбором резистора *R4*.

Трансформатор питания *T1* собран на магнитопроводе ШЛ16×25. Его первичная обмотка содержит 1607 витков провода ПЭВ-2 0,31, вторичная — 96 витков провода ПЭВ-2 1,0. Электролитический конденсатор *C1* типа К50-6, резисторы — МЛТ-0,25, предохранители типа ВП-1-1.

Тренажер (см. рис. 1) собран в металлическом корпусе размерами 295×235×110 мм. Для удобства в работе панель управления расположена под углом. На ней находятся клавиатура, переменные резисторы «Скорость», «Тон сигнала», «Громкость сигнала», «Громкость помехи», выключатель питания и все выключатели, относящиеся к блоку оперативной памяти и имитатору помех. Манипулятор находится на передней стенке, а гнезда «Вход кода», «Выход кода», «Выход УНЧ» и переключатель скорости передачи — на задней стенке корпуса.

Клавиатура тренажера состоит из 48 кнопок, размещенных на его лицевой панели. Некоторые детали являются общими для 12 кнопок, установленных в один ряд.

Устройство и детали одного ряда кнопок клавиатуры показаны на рис. 7—9. Каждый ряд клавиатуры состоит из двенадцати клавиш *1*, четырех втулок *2*, двенадцати пружин *3*, двух шунтов *4*, панели *5*, двух кронштейнов *6*, двенадцати штоков с магнитами *7* и двенадцати держателей с герконами *8*. Шунты изготовлены из листового материала ЭЭА толщиной 2 мм. После обработки их отжигают до восстановления магнитных свойств. Для штоков использована латунь толщиной 1,5 мм. Магниты размерами 10×4×4 мм приклеены к штокам эпоксидным клеем Д-9.

Работа клавиатуры заключается в следующем. При нажатии на клавишу магнит, находящийся на штоке, приближается к геркону и замыкает его контакты. При отпус-

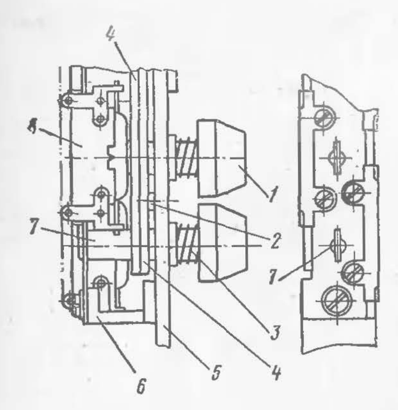


Рис. 7. Конструкция клавиатуры:

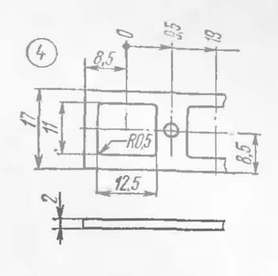
1 — клавиша; *2* — втулка; *3* — пружина; *4* — шунт; *5* — панель; *6* — кронштейн; *7* — шток с магнитом; *8* — держатель с магнитом

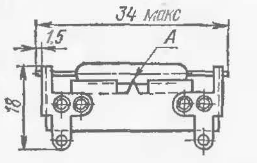
кании клавиши пружина возвращает шток с магнитом в исходное положение и магнит устанавливается возле шунта. Таким образом, в исходном состоянии магнит не влияет на геркон и его контакты разомкнуты.

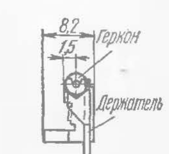
Все выключатели и переключатели, используемые в тренажере, типа П2К (можно тумблеры), переменные резисторы — ППЗ-40, сигнальные лампы типа МН13,5—0,16.

Микросхемы серии К133 можно заменить на аналогичные серии К155.

Детали шифратора, датчика кода, имитатора помех с выходными каскадами и блока питания смонтированы на самостоятельных платах. Раз-







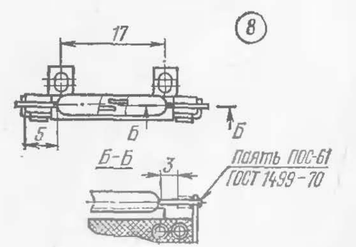
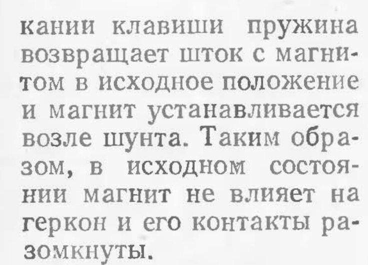


Рис. 8. Конструкция шунта *4* и держателя *8*



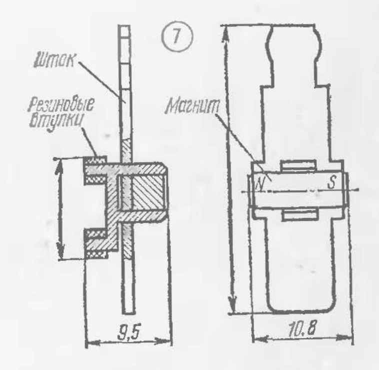


Рис. 9. Конструкция штока *7*

мещение элементов на платах и плат в корпусе не влияет на качество работы тренажера.

Налаживание тренажера начинается с клавиатуры и шифратора. Прежде всего надо убедиться в правильности формирования двенадцатиразрядного кода на выходах «I»...«VI» и «1»...«6». В исходном состоянии на всех выходах должна быть логическая единица, а при нажатии клавиши «Ц» — код 010111111011. Так проверяют код всех знаков. Затем с помощью осциллографа проверяют работу тактового генератора (см. рис. 3). На выходе *8* элемента *D7.2* должен быть сигнал. При переводе переключателя *S1* в другое положение и вращении ручки резистора *R11* частота генератора должна изменяться. Триггер *D11.1* должен делить частоту этого сигнала на два. Временно отключив выводы *2* микросхем *D13* и *D14*, убеждаются, что каждый триггер делит частоту входного сигнала на два. Далее проверяют работу регистра сдвига, собранного на микросхемах *D1, D5, D9* и элементе *D11.2*. Если он работает исправно, на всех входах микросхемы *D4* должна быть логическая единица, а на ее выходе *8* логический нуль. При кратковременной подаче логического нуля на вход *4* или *10* микросхем *D1, D5, D9, D11.2* соответствующий триггер должен установиться в единичное состояние, и на выходе *8* микросхемы *D4* должна появиться логическая единица, разрешающая работу триггера *D13*.

Второй регистр сдвига проверяют аналогично. В исходном состоянии на всех выходах *8* триггеров *D2, D3, D6, D8, D10, D12* должен быть логический нуль, а при подаче логического нуля на входы *13* триггеры должны установиться в единичное состояние.

После этого проверяют правильность формирования кода всех знаков.

Блок оперативной памяти (рис. 4) настраивают в такой последовательности. Замыкают контакты выключателя *S2* «Запись» и проверяют наличие тактового импульса на входах *8* и *9* микросхемы *D6* и входе *12* элемента *D2.4*. Тактовый импульс, сформированный ждущим мультивибратором, должен поступить и на входы *3* триггера *D3.1*, микросхемы *D14* и вход *11* микросхемы *D8*. Затем проверяют работу адресного делителя. Каждый его триггер должен делить частоту тактового импульса на два. Наличие сигналов проверяют также на входах *A0—A9* микросхемы *D14*. Подав на вход блока телеграфный код, проверяют его наличие на входах *11* и *12* этой же микросхемы. При наличии сигналов, оговоренных выше, будет производиться

запись телеграфного кода. При размыкании контактов выключателя *S2* «Запись» прекращается подача тактового импульса на триггер *D3.1* и микросхемы *D8, D14* и останавливается запись телеграфного кода. Нажав кнопку *S3* «Сброс», проверяют, установлены ли триггеры делителя в исходное состояние.

Далее нажимают кнопку *S1* «Считывание» и проверяют наличие тактового импульса на входах элемента *D3.1*, микросхемы *D8* и логической единицы на входе *3* микросхемы *D14*. С выхода *6* элемента *D2.2* логическая единица подается также на входы *2, 5, 10* и *13* микросхемы *D4*, вход *6* микросхемы *D6*, вход *12* микросхемы *D8* и вход *2* элемента *D10.1*. При этом сигнал телеграфного кода должен быть на выходе *12* микросхемы *D14*, входах *2, 3, 4* и *5* и выходах *10, 11, 12, 13* микросхемы *D6*. По окончании считывания информации наблюдают импульс «Сброс» на выходе *6* элемента *D11.2*.

Налаживание имитатора помех (см. рис. 5) заключается главным образом в проверке работоспособности всех мультивибраторов и генератора шума. Делают это с помощью осциллографа. Частоты мультивибраторов устанавливают на слух, подбирая резисторы *R5, R6, R7* и *R19*. Резистор *R4* усилителя подбирают по максимальной амплитуде шума на конденсаторе *C10*.

В заключение щуп осциллографа подключают к гнезду *X8* и проверяют работу тренажера на всех режимах.

РАДИОПРИЕМ, ЗВУКОВОСПРОИЗВЕДЕНИЕ

ПРИЕМНИК НА ДВУХ МИКРОСХЕМАХ

Ф. Владимиров

Предлагаемый вниманию радиолюбителей приемник прямого усиления выполнен на двух микросхемах широко распространенных серий К122 (К118) и К174. Одна из них использована в качестве усилителя ВЧ, другая — в качестве усилителя НЧ.

Приемник рассчитан на прием передач радиовещательных станций, работающих в диапазонах длинных и средних волн (150... 1200 кГц). Прием ведется на встроенную магнитную антенну. Настройка — фиксированная на шесть заранее выбранных радиостанций.

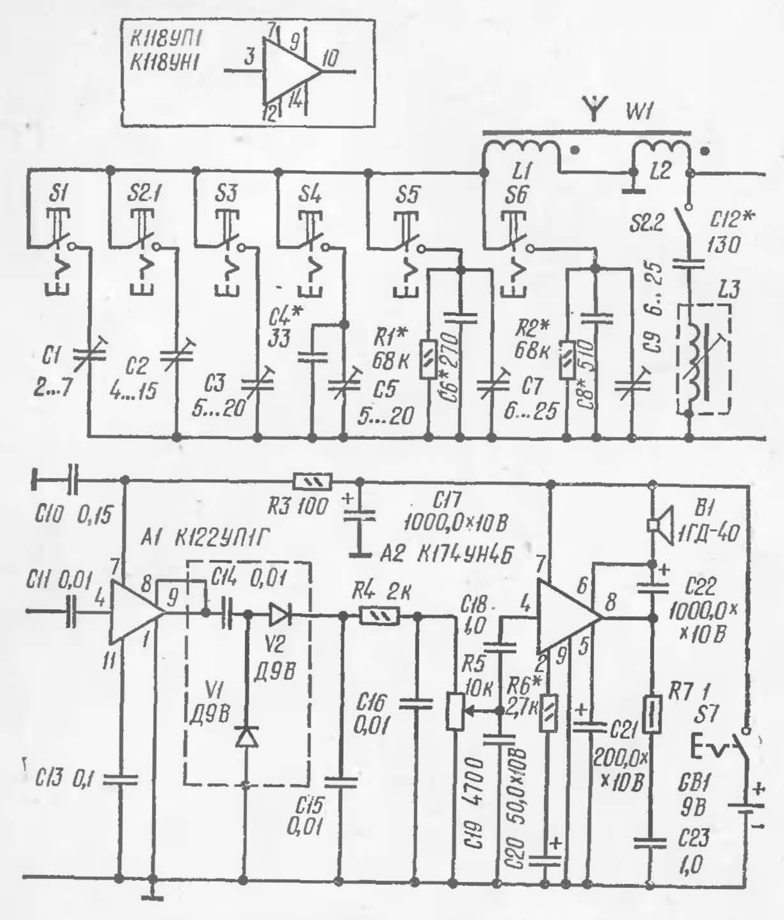


Рис. 1. Принципиальная схема приемника

Выходная мощность около 0,35 Вт при коэффициенте гармоник (по тракту усиления НЧ) не более 2%, воспроизводимый усилителем НЧ диапазон частот (на встроенную динамическую головку) — 140... 10 000 Гц. Питается приемник от двух соединенных последовательно батарей 3336Л, ток, потребляемый от них в режиме молчания, не превышает 11 мА; работоспособность приемника сохраняется при снижении напряжения батарей до 5 В.

Принципиальная схема приемника показана на рис. 1. Он состоит из входного устройства, усилителя ВЧ, детектора и усилителя НЧ, нагруженного на динамическую головку *B1*. В свою очередь, входное устройство состоит из

магнитной антенны *W1* и набора конденсаторов *C1...C9*, подключаемых к контурной катушке *L1* антенны кнопочным переключателем *S1...S6*. Кнопки *S1...S4* предназначены для перестройки приемника в диапазоне СВ (частоты московских радиостанций 1107, 935, 873 и 549 кГц), *S5*, *S6* — в диапазоне ДВ (частоты 263 и 200 кГц). Естественно, частоты настройки входного контура могут быть и иными, все зависит от того, какие радиостанции уверенно принимаются в том или ином месте приема. Резисторы *R1* и *R2*, шунтирующие контур магнитной антенны при настройке на мощные радиостанции первой программы Всесоюзного радио (263 кГц) и программы «Маяк», (200 кГц), снижают напряжение сигнала на входе усилителя ВЧ, предотвращая тем самым его перегрузку, и одновременно расширяют полосу пропускания тракта ВЧ, что благоприятно сказывается на качестве звучания. Режекторный контур *L3C12*, подключаемый к входу усилителя ВЧ при нажатии на кнопку *S2*, служит для фильтрации помехи от соседней по частоте радиостанции третьей программы (873 кГц). На частоте резонанса такой последовательный колебательный контур, как известно, обладает очень малым сопротивлением, поэтому напряжение помехи при его подключении к входу приемника резко уменьшается. При необходимости подобным образом можно значительно ослабить помеху в любом участке диапазона, надо только перестроить (подбором конденсатора *C12* и изменением индуктивности катушки *L3*) контур на частоту мешающей приему радиостанции и подключить его к контактам соответствующей кнопки.

Принятые магнитной антенной и выделенные входным контуром модулированные колебания ВЧ через катушку связи *L2* и конденсатор *C11* поступают на вход усилителя ВЧ, собранного на микросхеме *A1*. Усиленный сигнал с выхода микросхемы подается на детектор, выполненный на диодах *V1*, *V2* по схеме удвоения выпрямленного напряжения. Нагрузкой детектора служит переменный резистор *R5*, выполняющий и функцию регулятора громкости. Фильтр нижних частот *C15R4C16*, а также конденсатор *C19* предотвращают попадание в тракт усиления НЧ высокочастотной составляющей продетектированного сигнала. Во избежание самовозбуждения усилителя ВЧ из-за паразитной обратной связи между его выходной и входной цепями выводы *8*, *9* интегральной микросхемы *A1*, кондесатор *C14* и диоды *V1*, *V2* детектора помещены в экран, соединенный с общим проводом.

С движка переменного резистора *R5* отфильтрованный сигнал поступает на вход усилителя НЧ, выполненного на интегральной микросхеме *A2*. Схема ее включения — типовая, с вольтодобавкой в цепи питания предоконечного каскада усилителя мощности. С выхода микросхемы усиленный по мощности сигнал НЧ через конденсатор *C22* подается на динамическую головку *B1*.

Для предотвращения паразитной связи усилителей ВЧ и НЧ через цепи питания первый из них подключен к батарее питания *GB1* через развязывающий фильтр *R3C10*. Конденсатор *C17* служит той же цели — он шунтирует внутреннее сопротивление батареи питания, возрастающее по мере ее разрядки, и тем самым уменьшает падение на нем напряжений ВЧ и НЧ.

Конструкция и детали. Приемник собран в основном из готовых деталей. Самому необходимо изготовить только магнитную антенну, монтажную плату и корпус приемника.

Магнитная антенна выполнена на плоском ферритовом (марки 400НН) стержне размерами 3×20×115 мм (можно использовать и круглый стержень диаметром 8...10 мм). Катушки *L1* и *L2* намотаны на бумажной гильзе, склеенной из кабельной (или другой плотной) бумаги клеем БФ-2. Для повышения добротности входного контура катушку *L1* желательно намотать многожильным высокочастотным проводом марки ЛЭШО 7 × 0,07 или ЛЭШО 10 × 0,05. Многожильный провод нетрудно изготовить и самому, взяв 7...10 отрезков обычного обмоточного провода марки ПЭВ-1 или ПЭВ-2 диаметром 0,05...0,1 мм и скрутив их с помощью дрели. Катушка *L1* должна содержать 130 витков, размещенных в 6...8 секциях, намотанных внавал. Катушку *L2*, содержащую 4 витка, наматывают между средними секциями катушки *L1* проводом ПЭВ-1 0,25. Катушка *L3* — от фильтра ПЧ или контура гетеродина диапазонов СВ, ДВ любого малогабаритного транзисторного приемника. Емкость конденсатора *C12* зависит от индуктивности используемой катушки и частоты, на которую необходимо настроить режекторный контур. В описываемом приемнике применена катушка фильтра ПЧ от приемника «Нейва» (индуктивность — 240 мкГн). Для настройки на частоту 873 кГц понадобился конденсатор емкостью 130 пФ.

Вместо указанной на схеме в усилителе ВЧ приемника можно использовать микросхемы К122УП1 (К1УБ221) с буквенными индексами А...В, К122УН1 (К1УС221) с индексами А...Д; К118УП1 (К1УБ181) с индексами А...Г;

К118УН1 (К1УС181) с индексами А...Д. При этом необходимо иметь в виду, что у микросхем серии К118 другой корпус и иная цоколевка, чем у микросхем серии К122. Кроме того, все указанные микросхемы с индексами А, Б рассчитаны на питание напряжением 5,7...7 В, что потребует подбора резистора *R3* с тем, чтобы при свежей батарее питания напряжение на выводе *7* этих микросхем не превышало допустимого. Наконец, при использовании микросхем с индексами А чувствительность приемника будет несколько ниже. Интегральный усилитель НЧ К174УН4Б (К1УС744Б) можно заменить микросхемой К174УН4А (без каких-либо изменений в монтажной схеме), а также микросхемой К174УН5, К174Н7 или К174УН8 (с изменением рисунка печатной платы). Диоды *V1*, *V2* — любые из серий Д2, Д9.

В приемнике можно использовать малогабаритные постоянные резисторы любого типа. Резистор *R7* — МОН-0,5 или самодельный проволочный, переменный резистор *R5* — СП4-6М группы В. Электролитические конденсаторы могут быть типа К50-6, К50-12, К53-1 и т. п., остальные — КМ (*C10...C16, C18, C19*), КТ-1 (*C4, C6, C8*). Подстроечные конденсаторы *C1...C3, C5, C7, C9* — КПК-М. Для переключения фиксированных настроек применен кнопочный переключатель П2К с зависимой фиксацией кнопок, выключатель *S7* — также П2К, но с независимой фиксацией. Динамическая головка *B1* — 1ГД-40 или любая другая мощностью 0,5...1 Вт со звуковой катушкой сопротивлением 4...8 Ом.

Все детали приемника, кроме входного устройства, головки громкоговорителя, батареи питания и выключателя *S7*, смонтированы на печатной плате, изготовленной из фольгированного стеклотекстолита толщиной 1,5 мм (можно использовать и гетинакс такой же толщины). Чертеж печатной платы и размещение деталей на ней показаны на рис. 2. Детали установлены со стороны печатных проводников. Выходы микросхем *A1* и *A2* до пайки необходимо отформовать, как показано на этом рисунке. В качестве экрана выходной цепи микросхемы *A1* и деталей детекторного каскада использован отрезок тонкостенной латунной трубки, изолированной изнутри полоской кабельной бумаги (на рис. 2 трубка изображена штриховыми линиями). Переменный резистор *R5* установлен на согнутом из листового алюминиевого сплава уголке, который закреплен на печатной плате двумя винтами М2×5. Электролитические конденсаторы *C17*, *C22* закреплены на плате с помощью

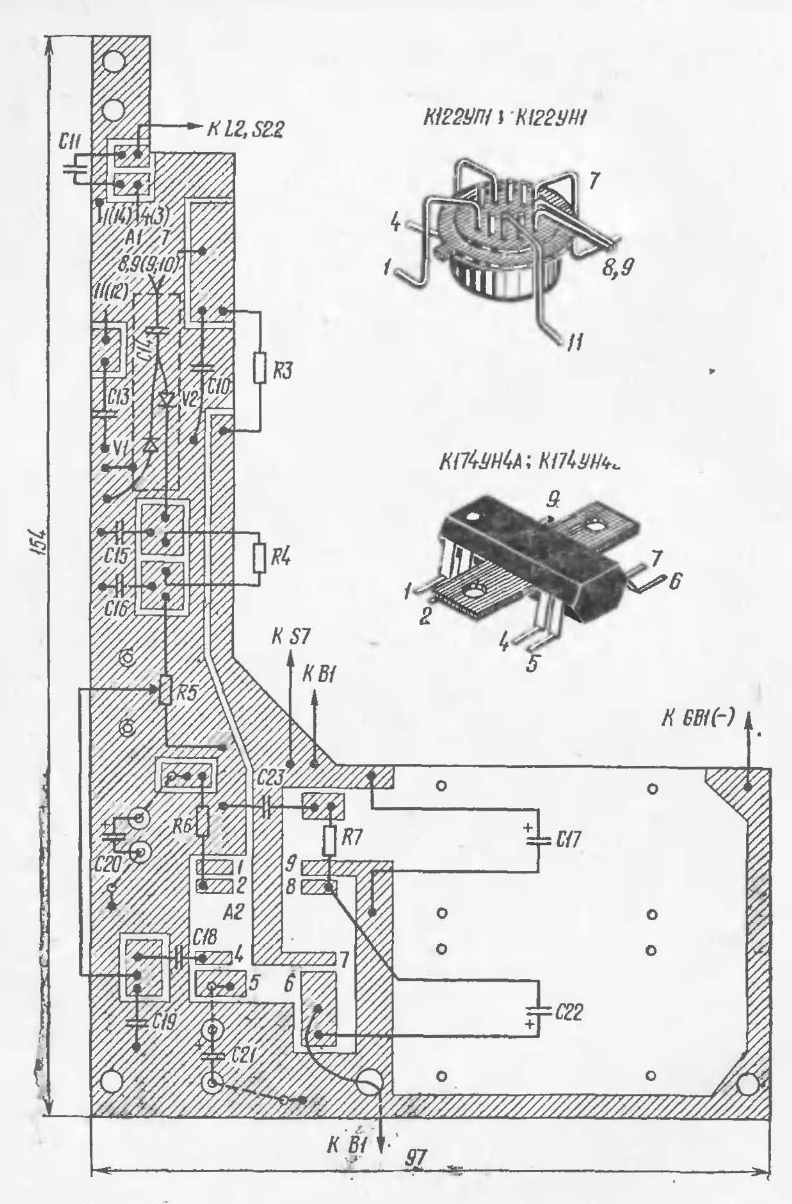


Рис. 2. Чертеж печатной платы и размещение деталей на ней

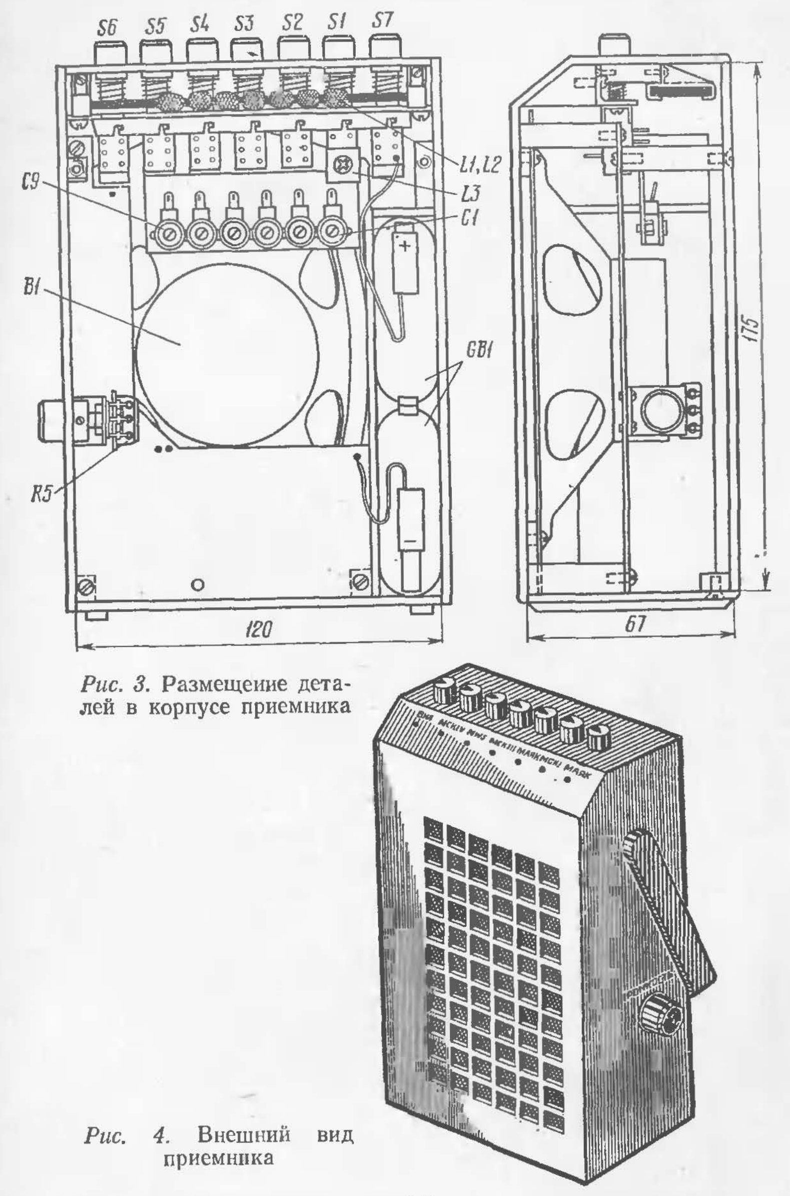


Рис. 3. Размещение деталей в корпусе приемника

Рис. 4. Внешний вид приемника

отрезков провода диаметром 0,5 мм, пропущенных в предусмотренные для этой цели отверстия в плате и скрученных с ее обратной стороны. Выводы конденсаторов *C20*,

C21 пропущены через отверстия с зенковкой (они изображены на рисунке в виде двух концентрических окружностей). Между платой и корпусами этих конденсаторов проложены согнутые в кольцо отрезки одножильного монтажного провода в поливинилхлоридной изоляции.

Вместе с другими деталями смонтированная плата помещена в корпус, склеенный из листового (толщиной 2,5 мм) полистирола черного цвета. Размещение деталей в корпусе показано на рис. 3, а внешний вид готового приемника — на рис. 4. Плата закреплена в корпусе тремя винтами М3×6, ввинченными в резьбовые отверстия стоек высотой 32 мм. Стойки изготовлены из листового полистирола толщиной 6 мм и приклеены к левой (по рис. 3) боковой и нижней стенкам корпуса (контуры стоек на главном виде показаны штриховыми линиями). Из такого же материала изготовлены и стойки высотой 25 мм, к которым привинчен дюралюминиевый уголок с кнопочным переключателем и кронштейнами-держателями ферритового стержня магнитной антенны.

Подстроечные конденсаторы входного устройства закреплены выводами статоров в отверстиях диаметром 3 мм, просверленных в небольшой (размерами 70×25 мм) плате, изготовленной из фольгированного материала той же толщины, что и печатная плата приемника. Выводы статоров конденсаторов загнуты со стороны фольги и припаяны к ней. Закреплена эта плата с помощью отрезков луженого провода диаметром 1,5 мм, припаянных к фольге, неиспользуемым контактам кнопочного переключателя и фольге общего провода основной печатной платы.

Отсек, в котором размещены батареи 3336Л, склеен из двух пластин того же материала, что и корпус. Динамическая головка 1ГД-40 закреплена четырьмя винтами М4×4, ввинченными в резьбовые отверстия бобышек высотой 3,5 мм (полистирол черного цвета), приклеенных к передней стенке корпуса. В отверстия декоративной решетки, расположенные за пределами гофра диффузора, вклеены изнутри заглушки из черного полистирола толщиной 1 мм.

Задняя стенка корпуса (полистирол черного цвета толщиной 2,5 мм) крепится с помощью четырех винтов М3×6. Два из них ввинчены в резьбовые отверстия стоек, одна из которых приклеена к правой (по рис. 3) боковой стенке корпуса, а другая закреплена винтом в верхней части печатной платы. Еще два винта ввинчены через отверстия в нижней стенке корпуса в полистироловую планку размерами 90×10×6 мм, приклеенную к нижней части задней стенки.

Налаживание правильно собранного приемника несложно и сводится в основном к настройке его входного контура на частоты уверенно принимаемых в данной местности радиостанций. Для этого при ненажатых кнопках *S1...S7* припаивают к катушке *L1* магнитной антенны КПЕ с перекрытием по емкости от 5...7 до 470...510 пФ (если используется блок КПЕ, то для получения указанной максимальной емкости его секции соединяют параллельно) и включают питание. Если приемник самовозбуждается, меняют местами выводы катушки связи *L2*. Изменяя емкость КПЕ и ориентацию магнитной антенны в горизонтальной плоскости, отыскивают радиостанции, передачи которых слышны наиболее громко (регулятор громкости — в положении максимального усиления). При этом следует учесть, что радиостанции средневолнового диапазона лучше слышны в вечернее время. Емкость конденсаторов, которые надо подключать к катушке *L1*, чтобы настроиться на ту или иную из выбранных радиостанций, ориентировочно определяют по введенной части роторных пластин КПЕ. При необходимости конденсатор нужной емкости можно составить из нескольких, соединив их параллельно или последовательно, однако в любом случае следует стремиться к тому, чтобы точная настройка на выбранную радиостанцию получалась при средней емкости подстроечного конденсатора.

Для подавления помех от мешающих радиостанций используют режекторные контуры, аналогичные контуру *L3C12*, настраивая их на частоты этих станций подбором конденсатора или изменением индуктивности катушки.

Перегрузку усилителя ВЧ, проявляющуюся в больших искажениях прослушиваемой передачи, устраняют шунтированием входного контура резистором сопротивлением несколько десятков килоом. Требуемое сопротивление резистора определяют так. Подключают параллельно контуру переменный резистор сопротивлением 330...470 кОм и уменьшают его сопротивление до тех пор, пока искажения не исчезнут (громкость передачи при этом несколько снизится). Отпаяв резистор, измеряют сопротивление его введенной части и подключают к соответствующей секции переключателя постоянный резистор ближайшего к измеренному значению номинала.

Искажения, вносимые усилителем НЧ, можно снизить увеличением сопротивления резистора *R6*.

СТЕРЕОФОНИЧЕСКИЙ ПРЕДУСИЛИТЕЛЬ-КОРРЕКТОР

А. Эйферт

Усилитель-корректор, схема которого приведена на рис. 1, предназначен для работы с магнитным звукоснимателем в стереофонической малошумящей звуковоспроизводящей аппаратуре с высокой верностью воспроизведения (автором эксплуатируется совместно с головкой ГЭМ-008).

Основные технические характеристики

Коэффициент усиления на частоте 1 кГц, дБ . .	38
Коэффициент гармоник, %	0,05
Входное сопротивление, кОм	47
Чувствительность, мВ	70
Относительный уровень собственных шумов, дБ, не хуже	—70

Входное сопротивление усилителя НЧ, на работу с которым рассчитан усилитель-корректор, должно быть не менее 5 кОм, а входная емкость не более 300 пФ.

В связи с тем, что оба канала усилителя-корректора идентичны, здесь и далее рассматривается работа одного из них — левого.

Собственно усилитель выполнен на транзисторах *V3* и *V4*, причем транзистор *V3* первого каскада работает в режиме малых токов (коллекторный ток порядка 100 мкА). Для обеспечения термостабильности работы обоих каскадов схема каскада на транзисторе *V3* выбрана так, что напряжение, питающее входной делитель *R1R2*, меняется при изменении коллекторного напряжения, а значит, и тока коллектора этого транзистора. Увеличение же коллекторного тока уменьшает (по модулю) напряжение на коллекторе и соответственно напряжение на базе. Поэтому результирующее изменение коллекторного тока получается незначительным.

Усилитель работает наиболее стабильно, когда отношение $(R_1+R_2):R_3$ близко к единице.

Для уменьшения фазовых и частотных искажений усиливаемого сигнала связь между каскадами усилителя выбрана гальванической.

Эмиттерный повторитель на транзисторе *V5* служит для согласования усилителя с последующими каскадами звуковоспроизводящей аппаратуры.

Конденсатор *C5* защищает усилитель от случайных высокочастотных помех, возникающих в цепях питания. Резистор *R9* и стабилитроны *V1* и *V2* образуют параметри-

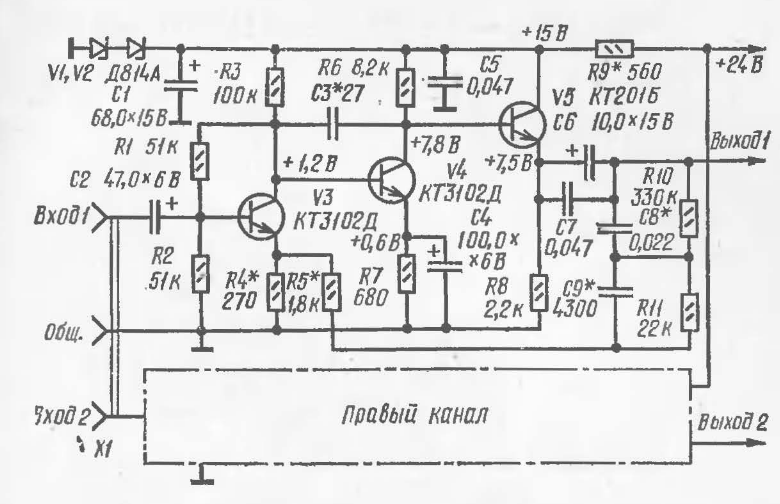


Рис. 1. Принципиальная схема предусилителя-корректора

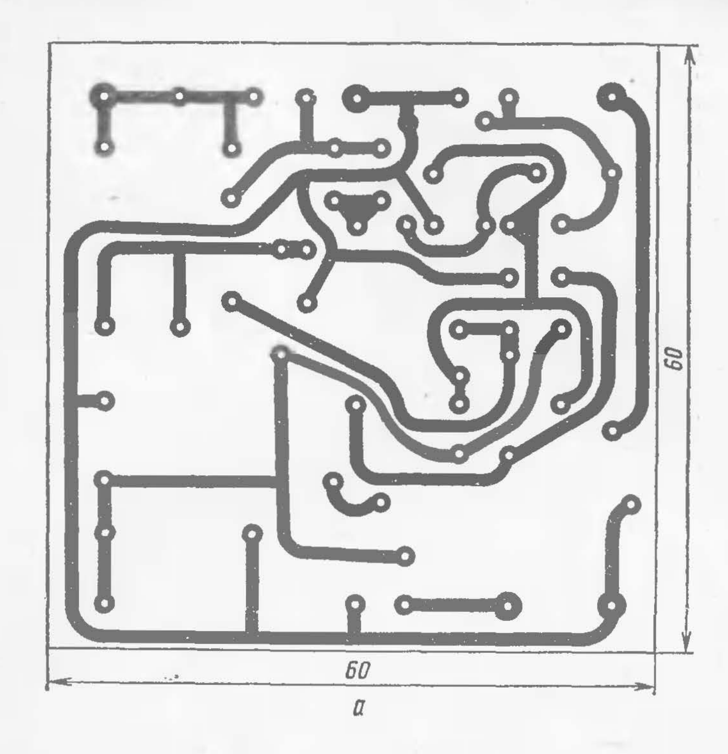
ческий стабилизатор напряжения, питающего транзисторы усилителя-корректора.

Коррекция амплитудно-частотной характеристики устройства (АЧХ) осуществляется частотно-зависимой обратной связью, напряжение которой снимается с выхода усилителя и через цепь *R10R11C8C9R5* подается в цепь эмиттера транзистора *V3*. АЧХ налаженного усилителя должна соответствовать приведенной на с. 36 таблице (ГОСТ 7893-73).

Питание усилителя-корректора осуществляется от установленного в ЭПУ самостоятельного источника, трансформатор которого выполнен на тороидальном сердечнике (для уменьшения полей рассеяния). Пульсации выпрямленного напряжения источника питания составляют 1...2 мВ при токе нагрузки 25 мА. Блок питания желательно располагать возможно дальше от усилителя.

Детали каждого канала усилителя-корректора смонтированы на отдельной печатной плате размерами 60×60 мм (рис. 2), изготовленной из фольгированного стеклотекстолита. Платы заключены в пермаллоевый экран, в котором смонтированы разъемы соединения со звукоснимателем и источником питания.

Все резисторы типа МЛТ-0,125. Конденсаторы *C1*, *C2*, *C4* и *C6* — К53-1, *C3*, *C5* и *C7* — КМ-4 или КМ-5, *C8* и *C9* — К73-9.



Транзисторы КТ3102Д (*V3, V4*) можно заменить на КТ306Г или КТ342Б, но при этом возможно некоторое ухудшение отношения сигнал/шум, а транзистор КТ201Б (*V5*) — КТ312Б. Возможно использование *р-п-р* транзисторов КТ3107Ж (*V3* и *V4*) и КТ203Б (*V5*). В этом случае необходимо изменить полярность включения источника питания, электролитических конденсаторов и стабилитронов.

Соединение усилителя с магнитным звукоснимателем должно быть выполнено особенно тщательно и с соблюдением правил экранирования.

Проверив монтаж и включив питание, подбором резистора *R9* устанавливают ток через стабилитроны *V1, V2*, равный 10 мА. Питающее напряжение может быть меньше, чем 24 В, но оно должно быть все же достаточным для нормальной работы стабилитронов.

Затем на вход усилителя подают от генератора НЧ сигнал частотой 1000 Гц, напряжением 2 мВ и вольтметром переменного тока контролируют напряжение на вы-

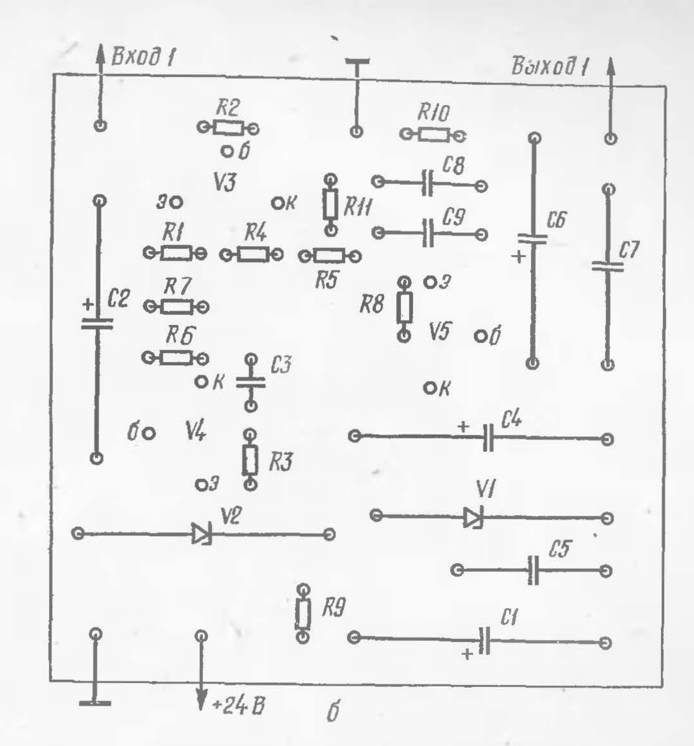


Рис. 2. Печатный монтаж (*а*) и схема соединения элементов (*б*)

ходе — оно должно быть равно 160 мВ. Если выходное напряжение не соответствует такому значению, его устанавливают подбором резистора *R4*. Подбором этого же резистора окончательно балансируют оба канала относительно друг друга при проигрывании измерительной грампластинки.

Конденсатор *С3* подбирают таким, чтобы его действие при отключенных цепях коррекции начинало сказываться на частотах выше 100 кГц. Если же сразу после включения возникает генерация, ее устраняют увеличением сопротивления резистора *R5*.

После этого можно приступить к снятию АЧХ предусилителя-корректора. Результаты измерений в каждом из каналов не должны отличаться от приведенных в таблице более чем на 2 дБ, а результаты измерений между каналами — не более чем на 1 дБ. За нулевой уровень при снятии АЧХ принимается сигнал на выходе усилителя, равный 160 мВ, частотой 1000 Гц при напряжении на входе 2 мВ.

Таблица

Частотная характеристика усилителя (ГОСТ 7893—73)

Частота, Гц	5	10	20	31,5	40	50	63	80
$U_{вых}$, дБ	—	—	+18,7	+17,5	+16,8	+16,3	+15,4	+14,2

Продолжение табл.

Частота, Гц	100	125	160	200	315	400	500	630
$U_{вых}$, дБ	+12,9	+11,5	+9,7	+8,2	+5,2	+3,8	+2,6	+1,6

Продолжение табл.

Частота, Гц	800	1000	1250	1600	2000	3150	4000	5000
$U_{вых}$, дБ	+0,8	0	—0,8	—1,6	—2,6	—5	—6,6	—8,2

Окончание табл.

Частота, Гц	6300	8000	10 000	12 500	16 000	20 000
$U_{вых}$, дБ	—10	—11,9	—13,7	—15,6	—17,7	—19,6

АЧХ описанного здесь предусилителя-корректора, снятая при помощи электронного вольтметра с относительным входным сопротивлением около 3 МОм, показана на рис. 3. Если полученная при измерении АЧХ отличается от нее больше допустимого, нужного совпадения добиваются подбором элементов коррекции *C8* и *C9*; увеличение емкости

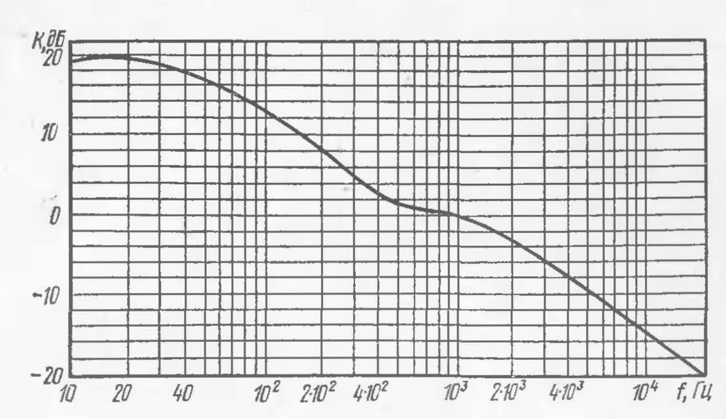


Рис. 3. Амплитудно-частотная характеристика предусилителя-корректора

этих конденсаторов приводит к независимому ослаблению низших и высших частот соответственно.

Отношение сигнал/шум целесообразно измерять после установки усилителя-корректора в ящике ЭПУ. Делают это следующим образом. Проигрывая измерительную пластинку с записью сигнала частотой 1000 Гц, измеряют селективным вольтметром напряжение на выходе усилителя. Затем поднимают головку звукоснимателя и измеряют напряжение на выходе усилителя при отсутствии сигнала. Отношение сигнал/шум определяется как

$$20 \lg \frac{U_{вых}\ (1000\ Гц)}{U_{вых}\ (без\ сигнала)}.$$

Поиск неисправностей можно вести, измеряя режимы транзисторов. Результаты измерений могут отличаться от указанных на схеме в пределах 20%. Режимы по постоянному току измерены вольтметром с относительным входным сопротивлением 20 кОм/В.

ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

ОММЕТР ПОВЫШЕННОЙ ТОЧНОСТИ

М. Ерофеев

Этот прибор, питающийся от стабилизированного источника постоянного тока напряжением 4,5 В, позволяет измерять омические сопротивления от 1 ома до 1 мегаома, а с дополнительным источником напряжением 25...26 В — до 10 мегаом. Весь диапазон измерений разбит на пять основных поддиапазонов: 0...100 Ом, 0...500 Ом, 0...5 кОм,

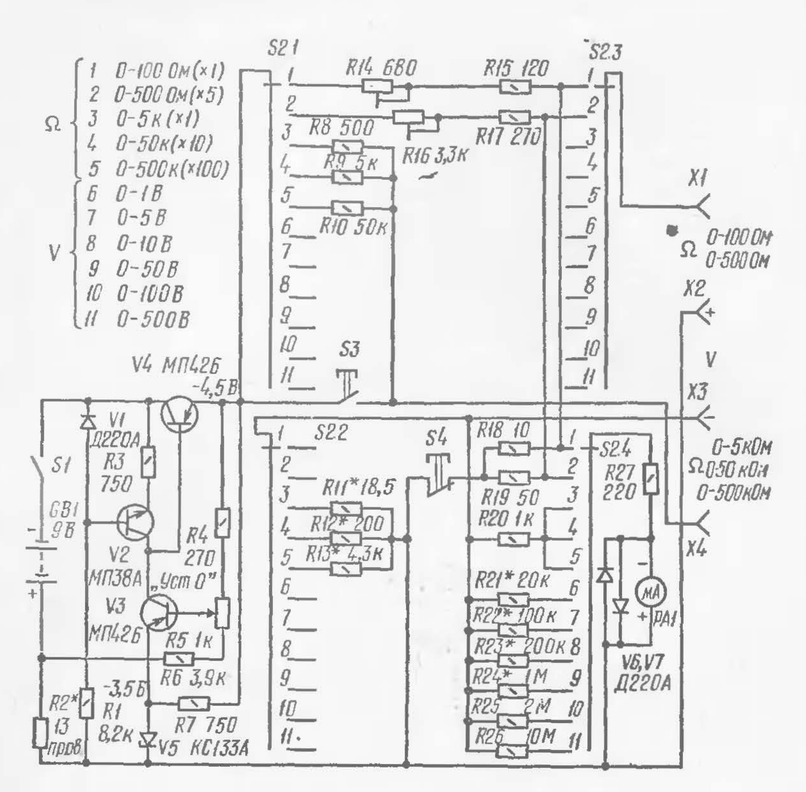


Рис. 1. Принципиальная схема прибора

0...50 кОм и 0...500 кОм. Сопротивления до 10 Ом можно измерять по линейной шкале микроамперметра, используемого в омметре. Погрешность результатов измерений в рабочей части шкалы не превышает 1,5%.

Для более полного использования микроамперметра омметра в прибор введен вольтметр для измерения напряжений постоянного тока шести пределов: 0...1 В; 0...5 В; 0...10 В; 0...50 В; 0...100 В; 0...500 В. Погрешность измерений не хуже 2%. Относительное входное сопротивление вольтметра — 20 кОм/В.

Принципиальная схема прибора показана на рис. 1. Омметр питается от батареи *GB1* напряжением 9 В («Крона» или две батареи 3336Л, соединенные последовательно) через стабилизатор напряжения, собранный на транзисторах *V2—V4*, стабилитроне *V5* и диоде *V1*. Напряжение на выходе стабилизатора составляет 4,5 В и при уменьшении напряжения питающей батареи с 9 до 6 В не снижается более, чем на 0,05 В. При изменении тока нагрузки от нуля до 12 мА выходное напряжение стабилизатора изменяется

не более, чем на 0,25%. Ток, потребляемый от батареи самим стабилизатором, не превышает 3,5 мА.

Характерной особенностью стабилизатора напряжения является его почти нулевое внутреннее сопротивление, что достигается введением цепи обратной связи через резистор *R2* (предложено В. Фурманским в «Радио», 1974, № 6, с. 44). Такой стабилизатор практически исключает «сползание» стрелки микроамперметра при измерении небольших сопротивлений, когда ток, потребляемый омметром, наибольший. Отпала необходимость и в установке стрелки микроамперметра на конечную отметку шкалы при переходе с одного предела измерений на другой. Переменным резистором *R5* можно при необходимости в небольших пределах изменять выходное напряжение стабилизатора. Надобность в этом может появиться для коррекции «0» или «∞» омметра в случае резкого изменения окружающей температуры или значительной разрядки питающей батареи.

При измерении сопротивлений на двух первых пределах (до 100 и 500 Ом) используется метод параллельного подключения измеряемой цепи или резистора к микроамперметру омметра. В этом случае в омметр первого предела измерений входят резисторы *R14, R15, R18* и микроамперметр *PA1*, на втором пределе — резисторы *R16, R17, R19* и тот же микроамперметр *PA1*. При этом измеряемые цепи или резисторы подключают к гнездам *X1* и *X2*. «Нуль» омметра находится на крайней левой отметке шкалы.

При измерении на трех других пределах (до 5, 50 и 500 кОм) используется метод последовательного подключения измеряемой цепи к микроамперметру. В этом случае в омметр, кроме микроамперметра, входят добавочные резисторы *R8...R10* и шунты *R11...R13*, к которым через резисторы *R20* и *R27* подключается микроамперметр. «Нуль» омметра будет на крайней правой отметке шкалы, а измеряемые цепи и резисторы подключают к гнездам *X3* и *X4*.

Резисторы *R21...R26* — добавочные для шестипредельного вольтметра постоянного тока. Измерительные щупы подключают к гнездам *X2* и *X3*.

Микроамперметр *PA1*, используемый в описываемом измерительном приборе, типа М24 на ток 50 мкА с рамкой сопротивлением 1900 Ом. От токовых перегрузок его защищают диоды *V6, V7* и резистор *R27*. Коммутация пределов измерения омметра и вольтметра осуществляется одним общим переключателем *S2* на 11 положений и 4 направления.

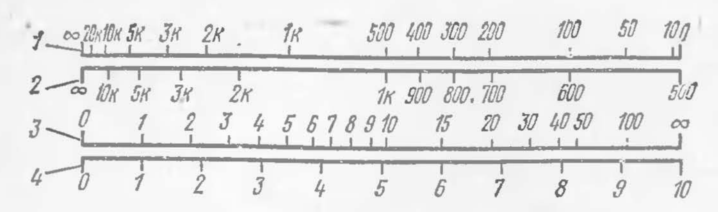


Рис. 2. Шкалы прибора

Отсчет результатов измерений в омметре ведут по четырем шкалам, изображенным на рис. 2 (более мелкие деления на них не показаны). Одна из них, шкала *4*, соответствующая шкале самого микроамперметра,— линейная. Шкалы *1* и *3* являются как бы обзорными соответствующих им пределов измерения (0...50 кОм и 0...500 Ом), а шкалы *2* и *4* — «растянутые», существенно повышающие точность отсчета результатов измерений. Так, например, на шкале *1* участок сопротивлений от 500 Ом до 3 кОм занимает примерно $^1/_3$ ее длины, а на шкале *2* более $^2/_3$ длины всей шкалы.

Линейная шкала *4* является и шкалой вольтметра.

Отсчетом результатов измерения по растянутым шкалам пользуются тогда, когда стрелка микроамперметра по обзорной шкале устанавливается левее ее средней отметки. Так бывает, например, если по шкале *3* измеряемое сопротивление окажется меньше 10 (или 50) Ом или больше 500 Ом (5 кОм, 50 кОм) по шкале *1*. В первом случае для отсчета результатов измерения по растянутой шкале надо дополнительно нажать на кнопку *S4*, чтобы отключить от микроамперметра один из шунтов (*R18* или *R19*) или на кнопку *S3*, чтобы замкнуть накоротко один из добавочных резисторов (*R8*, *R9* или *R10*).

Линейность шкалы *4* на пределе измерений сопротивлений до 10 Ом обеспечивается тем, что суммарное сопротивление резисторов *R14* и *R15* в этом случае будет в 50...60 раз больше сопротивления шунта *R18*. Влияние достаточно большого сопротивления микроамперметра также мало.

Переключатель *S2*, использованный в приборе, малогабаритный галетный типа 11П4НПМ, кнопки *S3* и *S4* — КМ-1, выключатель питания *S1* — тумблер ТВ2-1. Кнопки *S3* и *S4* можно заменить одной сдвоенной, например типа КМ-2. Резисторы *R8...R10*, *R18* и *R19* должны быть подобраны с точностью ±0,5%, а резисторы *R24...R26* — с точностью ±1%. Резисторы *R5*, *R14* и *R16* типа СП-1А.

Статический коэффициент передачи тока всех транзисторов должен быть не менее 40. Транзисторы МП42Б (*V3*, *V4*) можно заменить аналогичными транзисторами серий МП39...МП41, МП20, МП25, транзистор МП38 — подобным ему из серий МП35...МП37, а стабилитрон *V5* — шестью последовательно соединенными кремниевыми точечными диодами, включив их в прямом (пропускном) направлении.

Прибор смонтирован в корпусе размерами 230×140×65 мм, сделанном из листового винипласта. Микроамперметр *PA1*, гнезда *X1...X4* для подключения измерительных щупов, переключатель пределов и видов измерения, кнопки *S3* и *S4*, выключатель питания *S1* и переменный резистор *R5* установки омметра на «0» и «∞» находятся на его лицевой панели (рис. 3). Батарея питания и стабилизатор напряжения, детали которого смонтированы на плате размерами 70×45 мм, размещены внутри корпуса. Некоторые другие детали смонтированы непосредственно на выводах контактов переключателя и кнопок.

Налаживание прибора начинают со стабилизатора. Сначала переменным резистором *R5* устанавливают на выходе стабилизатора напряжение 4,5 В. Затем подбирают такое сопротивление резистора *R2*, при котором после подключения к выходу стабилизатора эквивалента нагрузки — резистора сопротивлением 390...430 Ом — выходное напряжение не изменяется. После этого замыкают накоротко гнезда *X3* и *X4* и подбором шунтов *R11*, *R12* и *R13* стрелку микроамперметра на соответствующих пределах устанавливают точно на крайнее правое деление шкалы («0» омметра последовательного типа). При этом выходное напряжение стабилизатора должно оставаться неизменным. Далее при разомкнутых гнездах *X1* и *X2* подстроечными резисторами *R14* и *R16* стрелку микроамперметра также устанавливают на крайнее правое деление шкалы («∞» омметра параллельного типа) и фиксируют оси этих резисторов.

Для градуировки шкал омметра желательно в качестве образцовых использовать декадные магазины резисторов, например МСР-47, МСР-54, погрешность которых не превышает 0,1%. Такие магазины резисторов есть в кабинетах физики учебных заведений, в лабораториях радиоклубов и станций юных техников.

Подбор добавочных резисторов *R21....R23* производят по образцовому вольтметру класса 0,5 или 1,0, измеряя им напряжения 1,5 или 10 В.

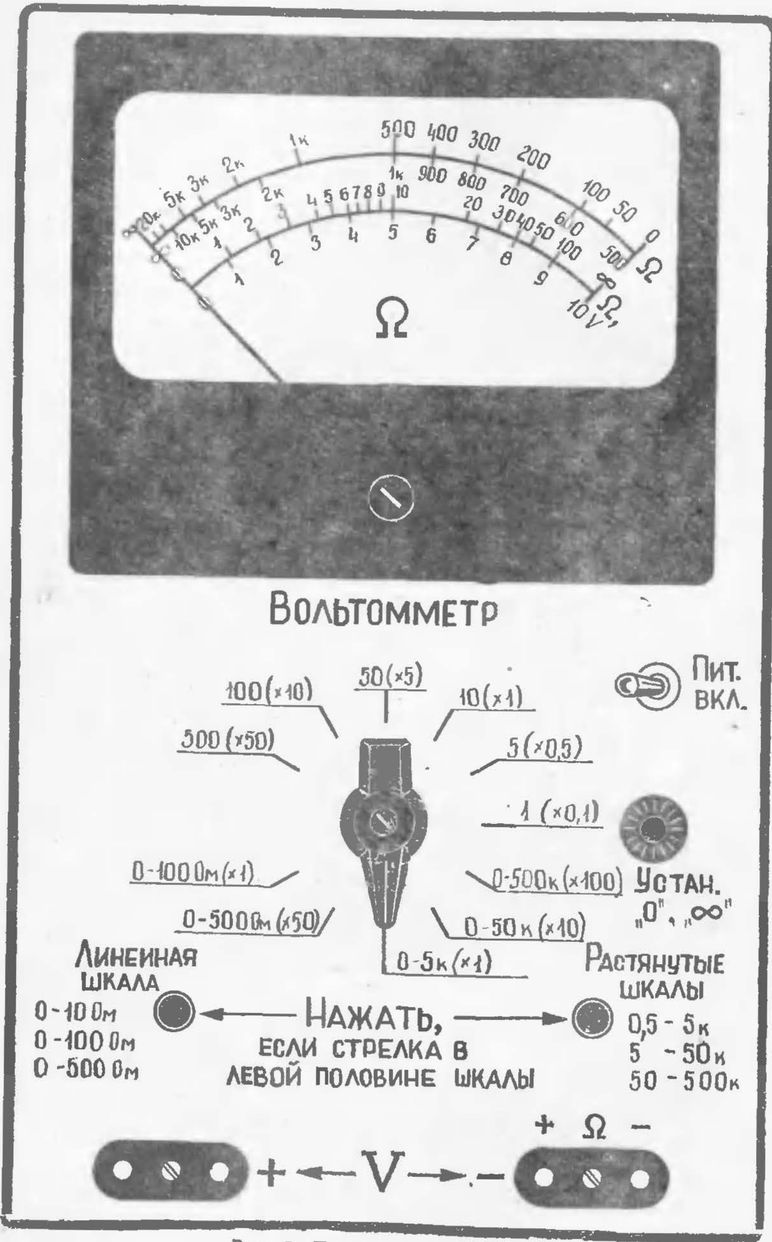


Рис. 3. Лицевая панель прибора

Перед измерениями переменным резистором *R5* стрелку микроамперметра на любом пределе измерения устанавливают на крайнюю правую отметку шкалы. Если при измерении стрелка прибора устанавливается левее среднего деления шкалы, нажимают на кнопку *S3* или *S4* и отсчитывают показания прибора по растянутой шкале. В связи с тем, что шкала общая, показания прибора на поддиапазо-



Рис. 4. Схема измерения высокоомных сопротивлений

нах 0...50 кОм и 0...500 кОм надо соответственно умножать на 10 и на 100, а на поддиапазоне 0...500 Ом — на 5.

При измерениях на самом низкоомном пределе (до 100 Ом) необходимо учитывать сопротивления подводящих проводов и контактных соединений. Для этого щупы омметра перед измерением соединяют между собой и замечают показания прибора, которые затем вычитают из результата измерений.

Для измерения сопротивлений от 500 кОм до 10 МОм необходимы источник постоянного тока напряжением 25...26 В (например, выпрямитель) и резистор сопротивлением 500 кОм с точностью не хуже 1%, которые соединяют по схеме, приведенной на рис. 4. Прибор устанавливают на предел измерения напряжений до 1 В. Отсчет значений сопротивлений ведут по шкалам *1* и *2*, умножая результаты измерений на 1000. Кнопка *S1* приставки в этом случае служит для перехода на отсчет результатов измерений по растянутой шкале.

МОНИТОР ДЛЯ КОНТРОЛЯ ЛИНЕЙНОСТИ УСИЛИТЕЛЯ ПЕРЕДАТЧИКА

В. Скрыпник (UY5DI)

При налаживании передатчика радиолюбители часто сталкиваются с необходимостью оценки степени нелинейности модулированного сигнала, определения каскада, вносящего искажения, и т. д. В литературе (см. Бунимович С., Яйленко Л. Техника любительской однополосной радиосвязи.— М. : ДОСААФ, 1970, с. 260—267) уже описывались методы исследования подобных искажений. Но из-за отсутствия необходимой сложной измерительной аппаратуры от них приходится отказываться и ограничиваться комментариями корреспондентов, с которыми работаешь в эфире.

Тем не менее иметь на радиостанции несложный прибор, который можно быстро подключить к передатчику и сразу же объективно оценить качество «своего» сигнала, крайне желательно, особенно на коллективной радиостанции, где обычно работают операторы разной квалификации и случаев разрегулирования передатчика больше.

Описываемый монитор позволяет решить эту проблему. Он имеет небольшие габариты и, будучи постоянно включенным, всегда готов к работе. Для контроля качества сигнала надо вместо микрофона подключить кабель от монитора, а вторым кабелем связать его с контуром выходного каскада передатчика.

Монитор предназначен для работы только на диапазоне 80 м. Но если дополнить его переключателем на пять положений и соответствующими колебательными контурами, появится возможность контролировать свой сигнал на любом любительском диапазоне.

Чувствительности монитора хватает для обнаружения каскада, вносящего наибольшие нелинейные искажения в транзисторном передатчике мощностью около 3 Вт.

Работа монитора основана на методе «трапеции» при тональной модуляции передатчика. При исследовании амплитудно-модулированных (АМ) колебаний передатчика на его микрофонный вход подают низкочастотный сигнал одной тональности, а высокочастотное напряжение с выхода передатчика — на пластины вертикального отклонения луча электронно-лучевой трубки (ЭЛТ) монитора. При этом на экране ЭЛТ появляется изображение трапеции с вертикальным расположением параллельных сторон (рис. 1, *а*). По линейности сторон трапеции можно судить

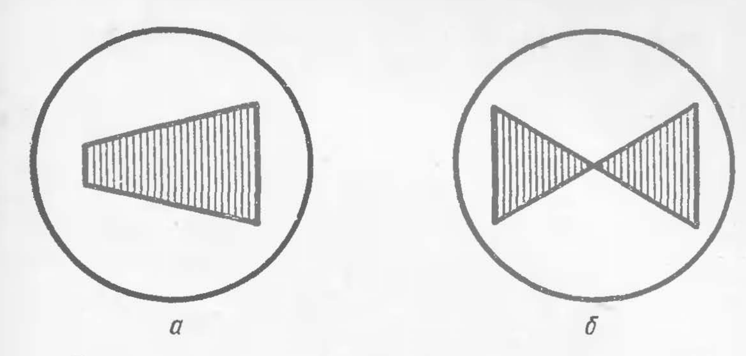


Рис. 1. Рисунки характерных изображений на экране ЭЛТ

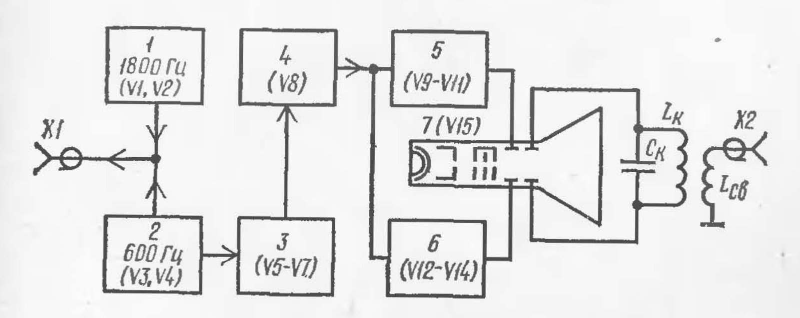


Рис. 2. Функциональная схема монитора:
1 — генератор 1800 Гц; 2 — генератор 600 Гц; 3 — предварительный усилитель; 4 — фазоинвертор; 5 и 6 — усилители горизонтального отклонения луча ЭЛТ; 7 — ЭЛТ монитора

о линейности усиления сигнала в каскадах передатчика. Используя этот метод, можно исследовать и передатчики однополосных сигналов (ОБП). При этом модуляция осуществляется двухтональным сигналом, создаваемым двумя низкочастотными генераторами, а изображение на экране монитора имеет вид, изображенный на рис. 1, *б*.

Функциональная схема монитора показана на рис. 2 (в скобках обозначены транзисторы, порядковые номера которых соответствуют указанным на принципиальной схеме монитора). Генераторы *1* и *2* вырабатывают синусоидальные колебания частот 1800 и 600 Гц соответственно. Через разъем *X1* эти сигналы подают на вход модулятора передатчика. Одновременно сигнал генератора 600 Гц усиливается каскадом *3*, поступает на фазоинверсный каскад *4* и далее на усилители *5* и *6*. С выходов этих усилителей сигналы синусоидальной формы и необходимой ампли-

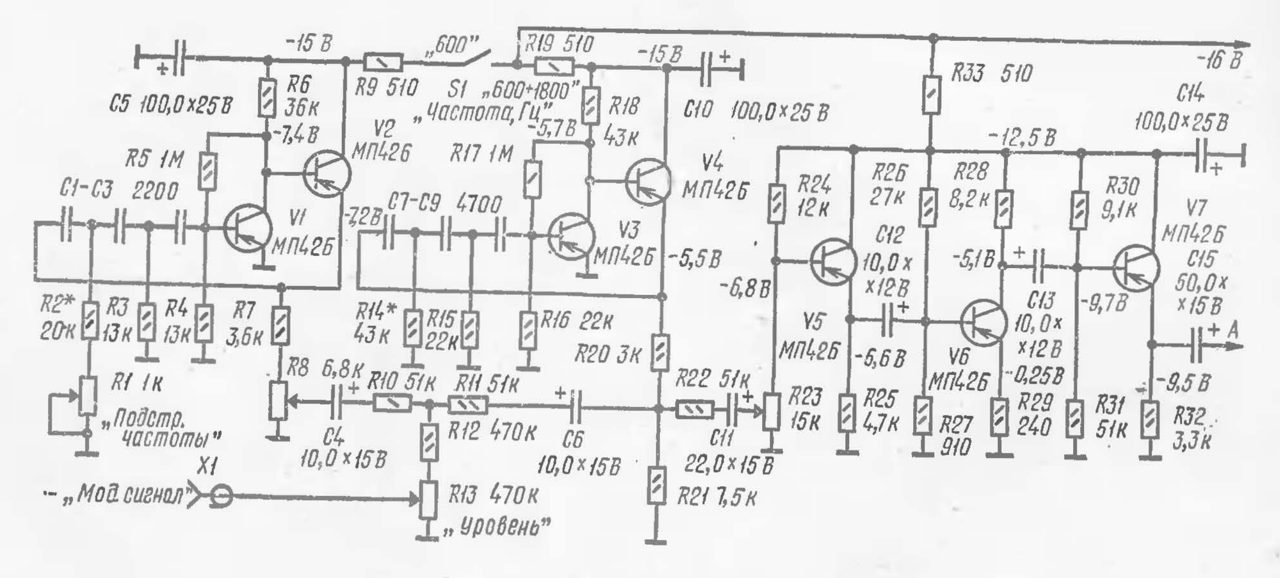


Рис. 3. Принципиальная схема монитора

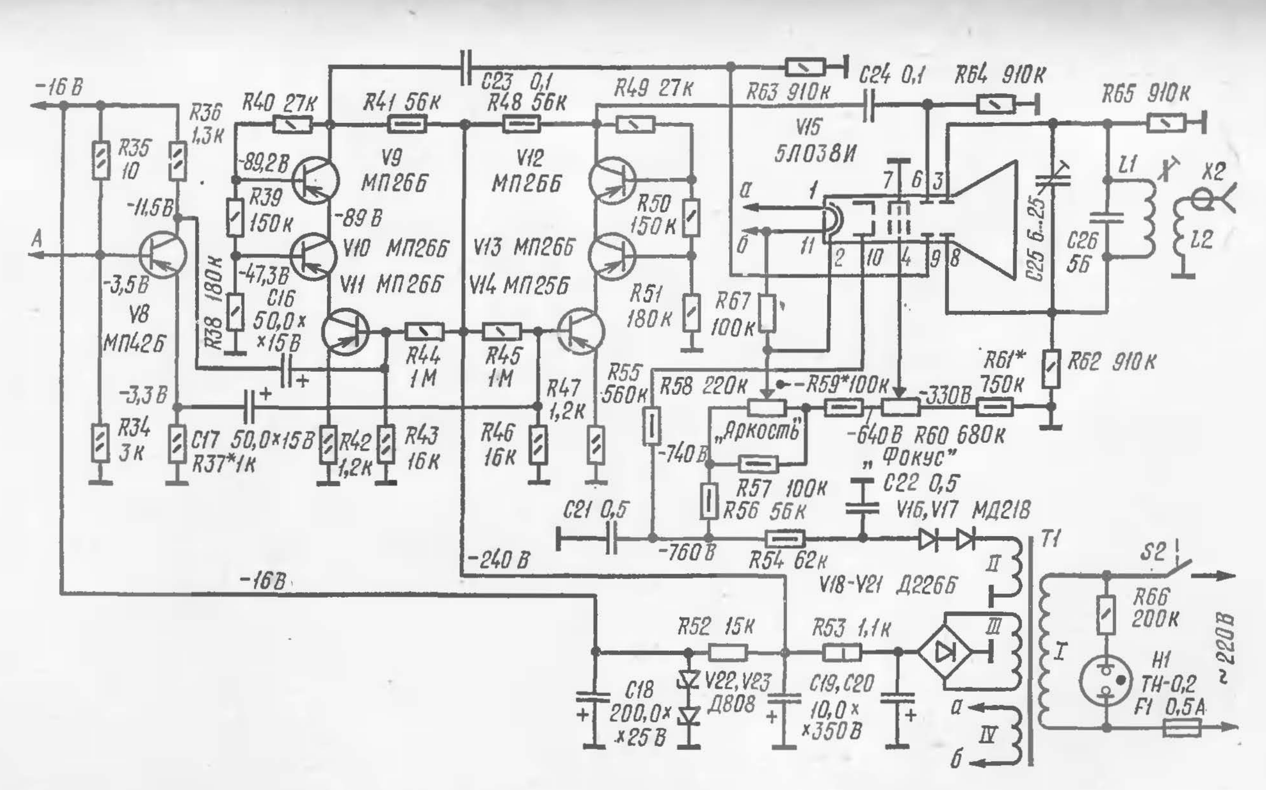


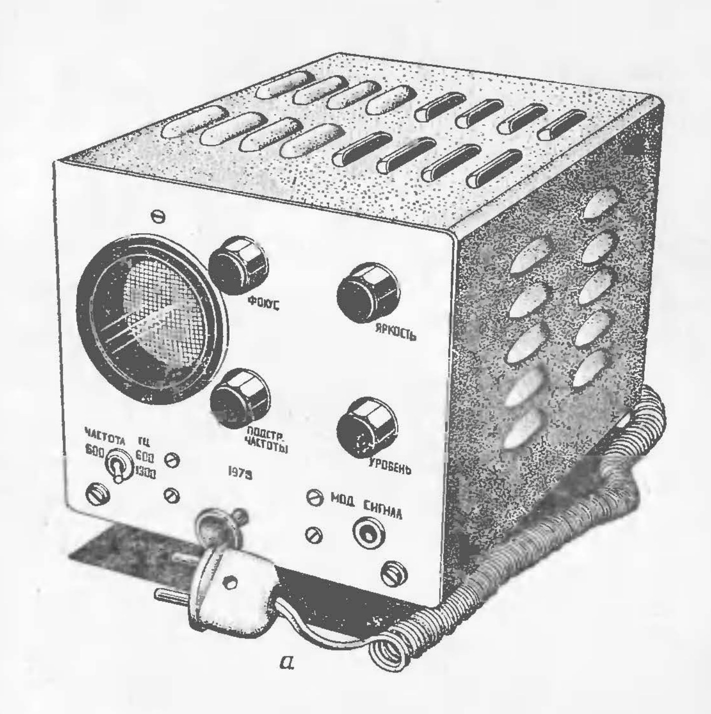
Рис. 3. Принципиальная схема монитора (продолжение)

туды поступают на пластины горизонтального отклонения луча ЭЛТ. На пластины же вертикального отклонения луча подают напряжение высокой частоты с контура $L_кC_к$, который через катушку $L_{св}$ и разъем *X2* связан с оконечным каскадом передатчика. Такой способ подачи высокочастотного сигнала на пластины ЭЛТ позволяет обойтись без усилителя вертикального отклонения, который сам может вносить нелинейные искажения.

Принципиальная схема монитора приведена на рис. 3. На транзисторах *V1* и *V2* собран *RC*-генератор, частота которого, равная 1800 Гц, определяется номиналами элементов *R1, R2, C1, R3, C2, R4, C3*. Частота второго *RC*-генератора на транзисторах *V3* и *V4*, равная 600 Гц, определяется постоянными времени цепочек *C7R14, C8R15* и *C9R16*. С делителя *R20R21* в эмиттерной цепи транзистора *V4* сигнал через цепочку *R22C11* поступает на вход эмиттерного повторителя *V5* канала развертки и, кроме того, через цепь *C6R11* на выход монитора для модуляции сигнала передатчика. Модулирующий сигнал выделяется на резисторах *R12, R13*. При работе в режиме двухтонального сигнала уровни напряжения частот 1800 и 600 Гц обоих генераторов должны быть одинаковыми. Напряжение сигнала частотой 600 Гц регулируют переменным резистором *R8*, установленным на плате генератора.

Транзистор *V6* работает в каскаде предварительного усиления сигнала, а транзистор *V7*, включенный эмиттерным повторителем, служит для согласования усилителя со входом фазоинверсного каскада на транзисторе *V8*. С нагрузочных резисторов *R36* и *R37* противофазные сигналы поступают на оконечные усилители горизонтального отклонения луча, собранные на транзисторах *V9...V14*. Каскодное включение относительно низковольтных транзисторов серии МП26 позволяет получить выходной сигнал большой амплитуды. Для уменьшения нелинейных искажений усилители охвачены глубокой отрицательной обратной связью по току. С нагрузочных резисторов *R41* и *R48* синусоидальное напряжение амплитудой около 50 В поступает на пластины горизонтального отклонения луча ЭЛТ *(V15)* типа 5ЛО38И.

На пластины вертикального отклонения луча высокочастотное напряжение передатчика подается с контура, образованного катушкой *L1*, конденсаторами *C25, C26* и емкостью пластин ЭЛТ, настроенного на частоту 3,575 МГц. Сигнал передатчика поступает в контур через катушку связи *L2* и выносной соединительный кабель. Переменным ре-



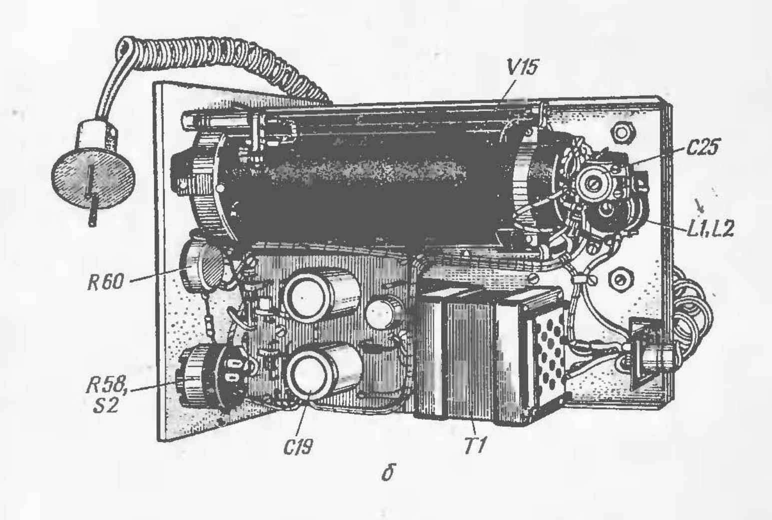


Рис. 4. Конструкция монитора:
а — внешний вид; *б* — вид сбоку (без кожуха)

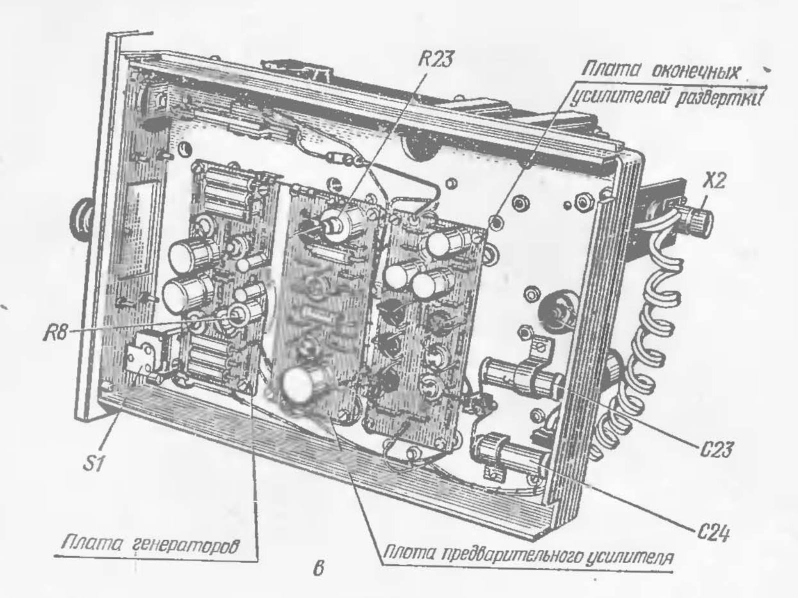


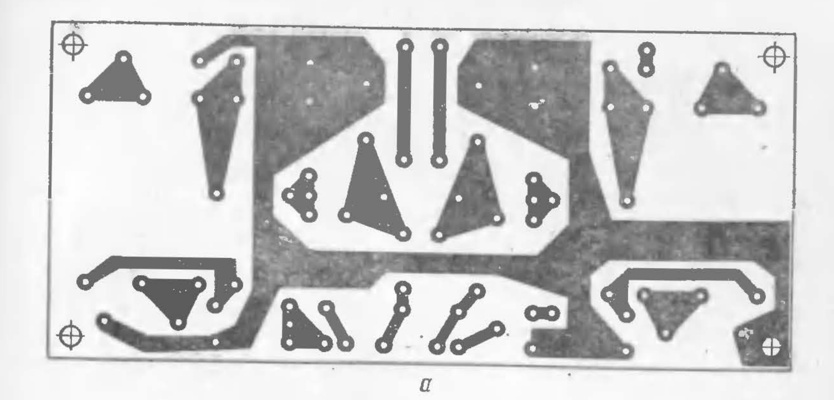
Рис. 4:
в — вид на монтаж в подвале шасси

зистором R60 фокусируют луч, а резистором R58 регулируют яркость свечения изображения на экране ЭЛТ.

Напряжение питания —760 В на электроды ЭЛТ подается с однополупериодного выпрямителя на диодах V16 и V17. Резистор R54 и конденсаторы C21, C22 образуют фильтр этого выпрямителя. Двухполупериодный выпрямитель на диодах V18...V21 (напряжение —240 В) питает транзисторы оконечного усилителя развертки. Напряжение питания остальных транзисторов (—16 В) снимается с этого же выпрямителя и подается через параметрический стабилизатор напряжения на стабилитронах V22 и V23, включенных последовательно. Избыточное напряжение выпрямителя гасится резистором R52 типа ПЭВ-7,5.

Данные всех резисторов и конденсаторов указаны на принципиальной схеме монитора. Катушки L1 и L2 намотаны на каркасе диаметром 20 мм с подстроечным сердечником СЦР-1 и содержат: L1 — 30 витков провода ПЭВ-1 0,55, L2 — 10 витков провода ПЭЛШО 0,12.

Трансформатор питания T1 выполнен на магнитопроводе Ш16×25. Его сетевая обмотка I содержит 2300 витков провода ПЭВ-1 0,21, обмотка II — 6000 витков провода ПЭВ-1 0,12, обмотка III — 2100 витков провода ПЭВ-1 0,12,



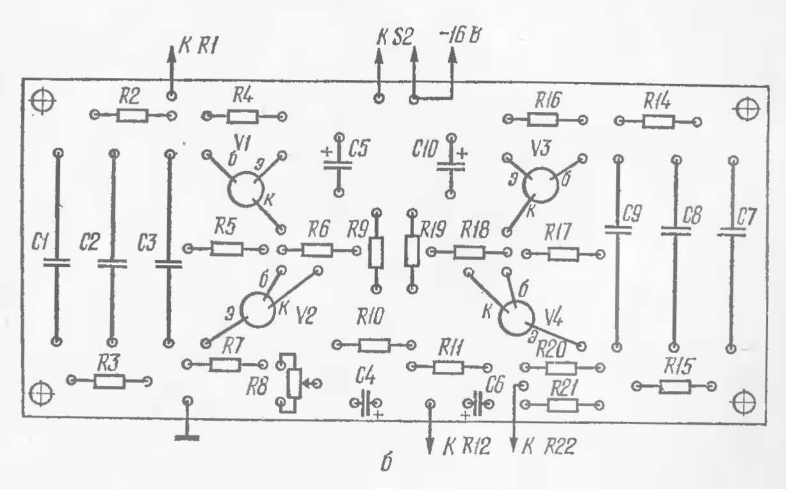
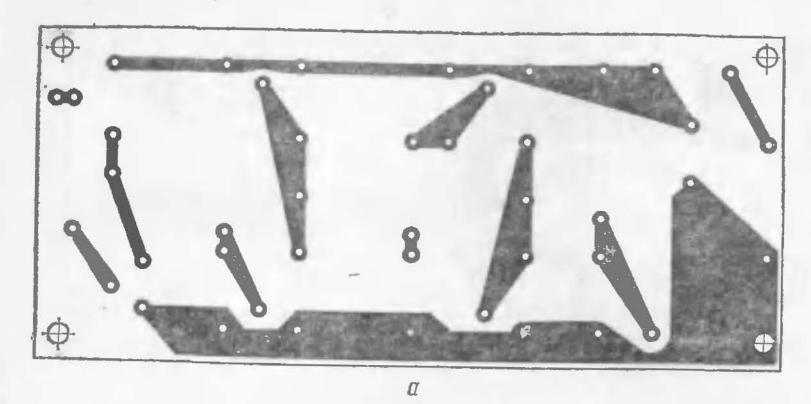


Рис. 5. Печатный монтаж (а) и схема соединений элементов (б) двухтонального генератора

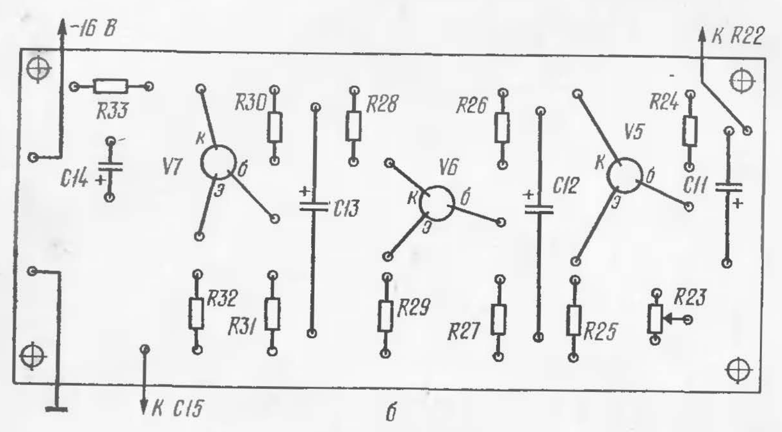
обмотка IV — 90 витков ПЭЛ 0,55. Следует учесть, что обмотка IV находится под высоким напряжением и должна быть хорошо изолирована от других обмоток.

Внешний вид монитора и его конструкция показаны на рис. 4.

Большая часть деталей смонтирована на трех печатных платах размерами 100×45 мм каждая, выполненных из фольгированного стеклотекстолита (рис. 5...7). Они находятся в подвале шасси. Сверху шасси размещены детали блока питания и ЭЛТ, заключенная в экран из мягкой стали.



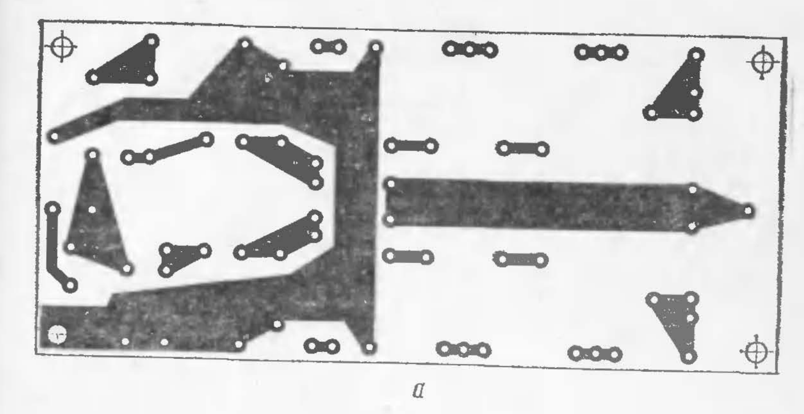
а



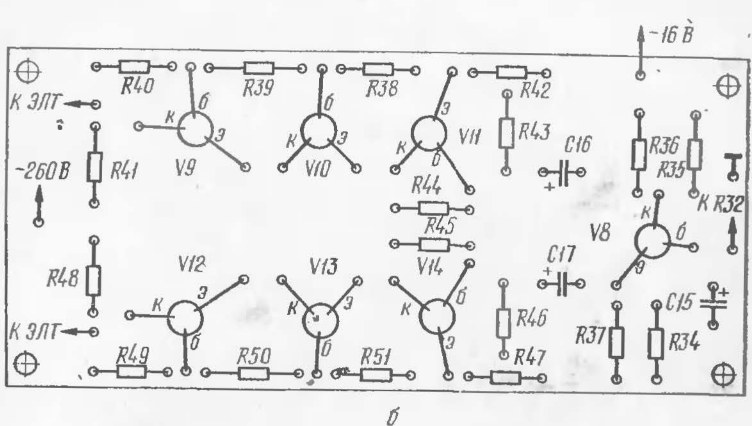
б

Рис. 6. Печатный монтаж (*а*) и схема соединения элементов (*б*) предварительного усилителя развертки

Настройку монитора начинают с проверки режимов транзисторов и ЭЛТ. Затем с помощью осциллографа проверяют работу *RC*-генераторов и подбором резисторов *R2* и *R14* устанавливают соответствующие им частоты колебаний 1800 и 600 Гц. После этого осциллограф подключают к верхнему (по схеме) выводу резистора *R12* и выравнивают уровни напряжений обоих генераторов. Для этого движок резистора *R8* устанавливают в такое положение, чтобы напряжение генератора 1800 Гц стало равным напряжению генератора 600 Гц. Форма напряжений обоих генераторов должна быть синусоидальной.



а



б

Рис. 7. Печатный монтаж (*а*) и схема соединения элементов (*б*) выходного усилителя развертки

Далее проверяют форму напряжения развертки на резисторе *R32*. Если будут заметны какие-либо искажения, надо, несколько вернувшись назад, определить каскад, вносящий искажения, и подобрать режим транзистора. Для этого следует изменить сопротивление одного из резисторов в базовой цепи. На выходах фазоинвертора напряжения должны быть равны (если они несколько отличаются, их уравнивают подбором резистора *R37*).

В заключение надо проверить форму напряжения на коллекторах транзисторов *V9* и *V12*. При этом на экране ЭЛТ должна быть видна горизонтальная линия длиной не менее 35...40 мм. Следует также проверить пределы ре-

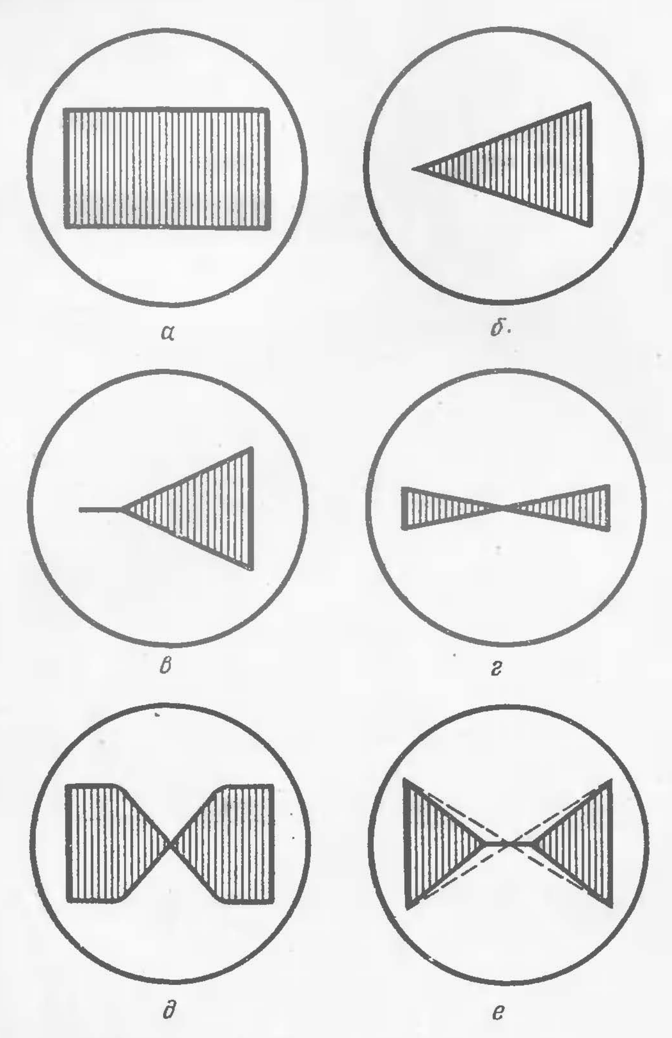


Рис. 8. Изображения на экране монитора (при испытании трансивера VW3DI)

гулировки яркости и фокусировки луча трубки. В случае необходимости подобрать резисторы *R59* и *R61*.

Как работать с монитором? К гнезду *X2* подключают отрезок коаксиального кабеля, который витком связи на конце или через конденсатор небольшой емкости связывают с колебательным контуром исследуемого каскада передатчика. Гнездо *X1* «Мод. сигнал» низкочастотным кабелем соединяют с микрофонным входом передатчика. Если исследуется АМ передатчик (тип излучения 6А3) или однополосный передатчик с восстановленной несущей (тип излучения 3А3Н), тумблер *S1* «Частота, Гц» должен быть в положении «600», и резистором *R13* «Уровень» добиваются необходимой амплитуды модулирующего сигнала. Изображение на всю рабочую часть экрана трубки ЭЛТ развертывают подстройкой выходного каскада передатчика и изменением его связи с контуром монитора. Надо учесть, что передатчик должен быть при этом нагружен на антенну или ее эквивалент.

Если исследуется передатчик ОБП (одна боковая полоса) с подавленной несущей (тип излучения 3А3), тумблер *S1* устанавливают в положение «600+1800». Эффект вращения картинки устраняют резистором *R1* «Подстр. частоты».

Для примера на рис. 8 показаны характерные картинки на экране ЭЛТ монитора. Если несущая частота восстановлена (например, для работы телеграфом или АМ), изображение имеет вид прямоугольника (рис. 8, *а*). При глубине модуляции 100% изображение принимает вид равнобедренного треугольника (рис. 8, *б*), повернутого на 90°. Размер основания равен высоте прямоугольника для случая телеграфного режима. По линейности сторон треугольника можно судить о линейности модуляционной характеристики и наличии нелинейных искажений. Если уровень модулирующего сигнала чрезмерно велик, наступает перемодуляция, сопровождающаяся сильными искажениями, на экране ЭЛТ будет картинка, изображенная на рис. 8, *в*.

В случае однополосной модуляции при малом уровне модулирующего сигнала или сигнала DSB линейность выходного сигнала отличная (рис. 8, *г*), но мала мощность. Если уровень сигнала DSB слишком большой, лампа усилителя мощности входит в насыщение (рис. 8, *д*), внося сильные искажения. Такой же эффект бывает и при слабой связи контура выходного каскада с антенной. Кроме того, сильные искажения сигнала возникают при значительном увеличении напряжения смещения, когда лампа работает с отсечкой (рис. 8, *е*). Штриховыми линиями на рис. 8, *е* показан случай правильно выбранного напряжения смещения и возбуждения усилителя мощности. В заключение следует заметить, что подобные искажения могут появляться и в промежуточных усилителях передатчика.

ШИРОКОДИАПАЗОННЫЙ ГЕНЕРАТОР ПРЯМОУГОЛЬНЫХ ИМПУЛЬСОВ

Э. Медякова, С. Дюдин

Не только в заводской, но и в радиолюбительской практике сейчас ощущается большая потребность в малогабаритном измерительном генераторе прямоугольных импульсов частотой от 2 Гц до 10 МГц, который обеспечивал бы настройку цифровых устройств, построенных на интегральных микросхемах серии ТТЛ. Авторами разработан и изготовлен двухканальный генератор с плавным перекрытием указанного частотного диапазона и с возможностью изменения длительности импульсов в пределах от 250 мс до 50 нс. Чтобы расширить область применения генератора, в него введено устройство формирования задержки выходных импульсов одного канала относительно выходных импульсов второго и относительно синхроимпульсов.

Описываемый генератор имеет следующие технические характеристики: диапазон частот 2 Гц...10 МГц; длительность выходных импульсов 250 мс...50 нс; длительность фронта и спада менее 20 нс; амплитуда выходного напряжения 0...6 В; выходное сопротивление канала 200 Ом.

Структурная схема генератора приведена на рис. 1. Задающий генератор *ЗГ* определяет частоту следования импульсов. Укорачивающая цепь *УЦ1* формирует синхроимпульсы длительностью 50...60 нс, поступающие на соответствующий выход прибора, и импульсы для запуска формирующих устройств *ФУ1* и *ФУ2*, определяющих длительность генерируемых импульсов обоих каналов. Усилители *У1* и *У2* обеспечивают необходимые выходные напряжения и сопротивления каналов. В положении контактов переключателя *S*, показанном на схеме, включается канал задержки, содержащий формирующее устройство задержки *ФУ3* и укорачивающую цепь *УЦ2*. В другом положении переключателя канал задержки отключается.

В устройстве предусмотрены индикаторы перегрузки каналов *ИП1* и *ИП2* по длительности — на случай, если длительность импульса окажется больше половины периода.

Принципиальная схема прибора показана на рис. 2. Задающий генератор выполнен по схеме автоколебательного мультивибратора с одним времязадающим конденсатором *C1* (или *C2*) на трех инверторах *D1.1, D1.2* и *D1.3*, замкнутых в кольцо. Роль резистора времязадающей цепи

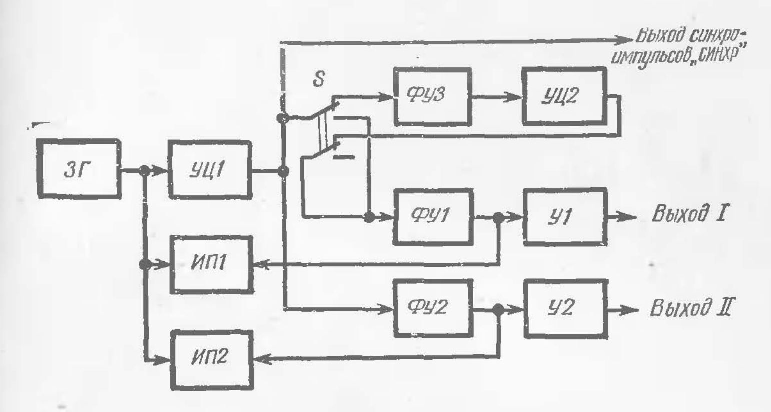


Рис. 1. Структурная схема генератора

мультивибратора выполняет оптрон *U1*. Будучи включенным в цепь затвора полевого транзистора *V1*, он обеспечивает нужный коэффициент перекрытия по частоте. Когда переменным резистором *R1* регулируют ток, протекающий через лампочку накаливания оптрона, его фотосопротивление изменяется от $2 \cdot 10^2...3 \cdot 10^2$ до $1{,}5 \cdot 10^9...2 \cdot 10^9$ Ом.

Частота импульсов задающего генератора определяется сопротивлением оптрона и емкостью включенного конденсатора *C1* (или *C2*). Для повышения точности установки частоты до 1 МГц включается конденсатор *C1*, выше этой частоты — конденсатор *C2*. Плавно частоту генератора регулируют переменным резистором *R1*.

Истоковый повторитель на полевом транзисторе *V1* является буферным каскадом, элемент *D1.2* — пороговым, а *D1.3* — инвертором, с выхода которого перепад напряжения подается на вход элемента *D1.1*. Сигнал на выходе этого элемента заряжает времязадающий конденсатор *C1* (или *C2*) через фотосопротивление оптрона *U1*.

На выходе задающего генератора включена укорачивающая цепь, построенная на трех элементах И-НЕ *D3.1, D3.2* и *D3.3*. Она вырабатывает короткие однополярные импульсы длительностью 50...60 нс (время задержки элементов).

Работает укорачивающая цепь следующим образом. Пусть в исходном режиме на входы элементов *D3.2* и *D3.3*. подается уровень логического 0. При этом на выходе элемента *D3.2* устанавливается уровень логической 1, на выходе элемента *D3.3* — логическая 1, на выходе *D3.1* — логический 0. С приходом положительного перепада укора-

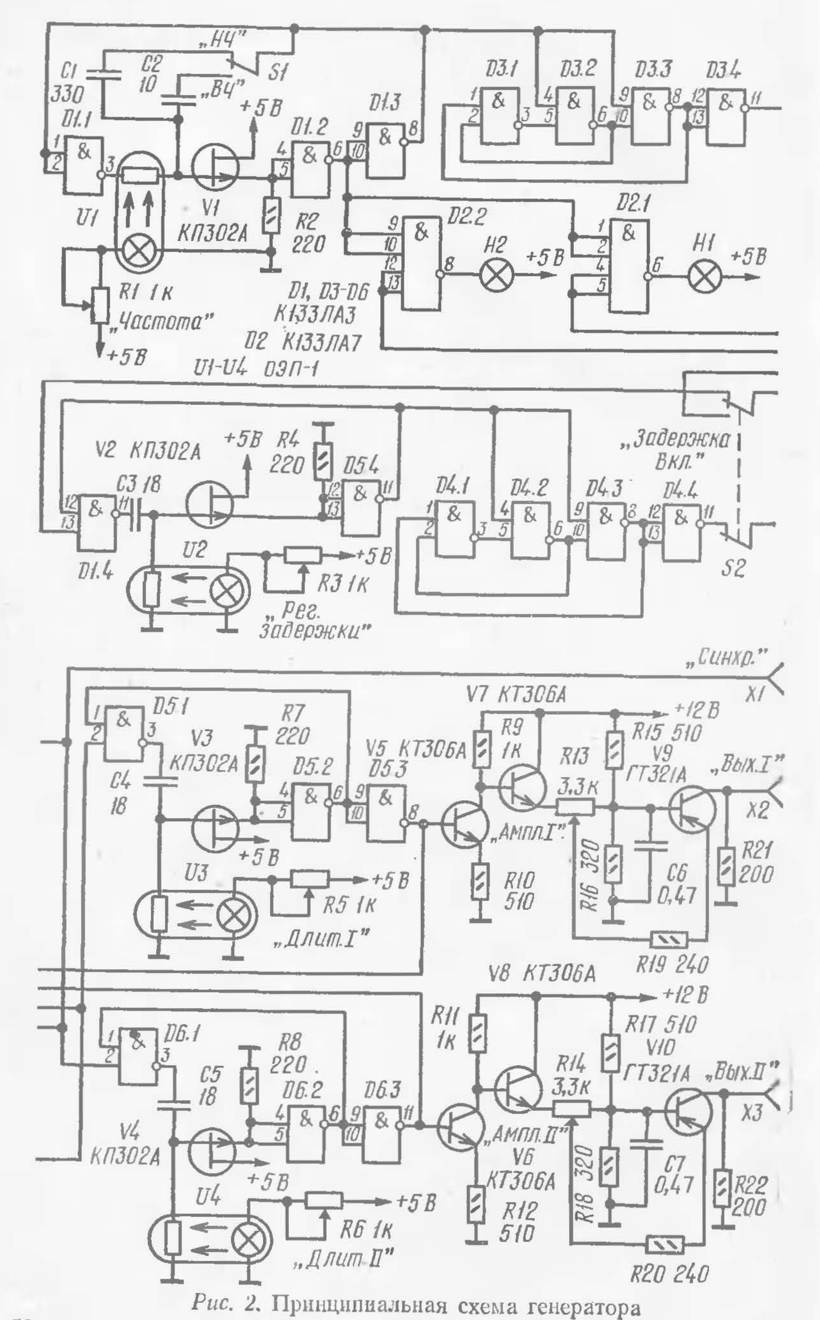


Рис. 2. Принципиальная схема генератора

чивающего импульса (перепад из логического 0 в 1) на выходе элемента *D3.3* происходит переключение логической 1 в 0, т. е. формируется фронт укороченного импульса. Далее этот логический 0 поступает на вход элемента *D3.1* и формирует на его выходе сигнал логической 1, который в сочетании с уровнем логической 1 на входе элемента *D3.2* переключает выходной сигнал элемента *D3.2* из уровня 1 в 0, что обеспечивает на выходе элемента *D3.3* спад укороченного импульса.

Таким образом, для формирования укороченного импульса необходимо последовательное переключение трех элементов укорачивающей цепи, а поскольку время переключения одного элемента около 20 нс, общее время и, следовательно, длительность укороченного импульса равны 50...60 нс. Этот короткий синхроимпульс выводится на специальный выход генератора «Синхр.», а также запускает ждущий мультивибратор, входящий в каналы как формирующее устройство.

Ждущий мультивибратор канала *I* построен на элементах *D5.1*, *D5.2* и *D5.3*, канала *II* — на элементах *D6.1*, *D6.2* и *D6.3*. По построению ждущие мультивибраторы каналов аналогичны задающему генератору. Для расширения диапазона регулировки длительности генерируемых импульсов в цепи затворов полевых транзисторов *V3* и *V4* включены оптроны *U3* и *U4*. Длительность импульсов в каналах регулируют переменными резисторами *R5* и *R6* (типа СП5-1Б).

На выходах каналов включены усилители, собранные на транзисторах *V5...V10*. Транзисторы *V9* и *V10* выходных каскадов включены по схеме с общей базой, что защищает выход генератора от короткого замыкания во внешних цепях. Амплитуду выходного напряжения регулируют переменными резисторами *R13* и *R14*.

Для сигнализации перегрузки каналов по длительности введена световая индикация. Роль индикаторов выполняют миниатюрные лампы накаливания *H1* и *H2* типа СМН 6,3-20. Работу индикаторов иллюстрируют временные диаграммы, приведенные на рис. 3. На выходе задающего генератора (выход элемента *D1.2*) образуется напряжение прямоугольной формы со скважностью 2 (график *а*). На входы элемента *D2.1* поступают сигналы логических уровней с выходов инверторов *D1.2* и *D5.3*. При длительности импульса менее половины периода *T* (график *б*) на выходе элемента *D2.1* образуется уровень логической 1 (гра-

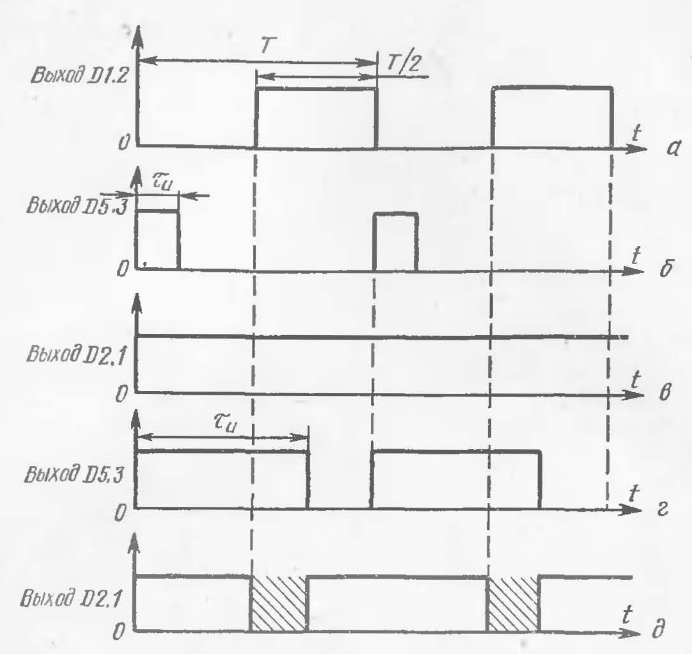


Рис. 3. Временные диаграммы, характеризующие работу индикатора перегрузки

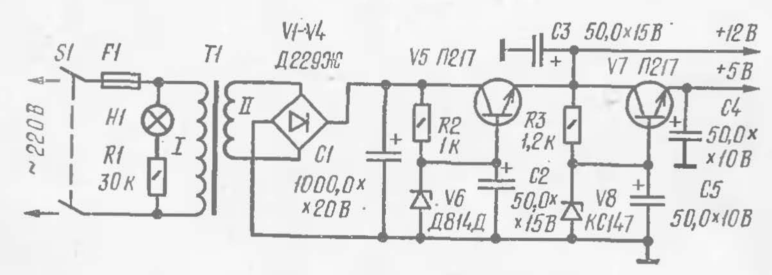


Рис. 4. Принципиальная схема блока питания

фик *в*), поэтому лампа *H1*, включенная как коллекторная нагрузка элемента *D2.1*, не светится.

При длительности импульса более половины периода *T* (график *г*) на выходе элемента *D2.1* в моменты времени, указанные на графике *д* штриховкой, появляется уровень логического 0, в результате лампа *H1* светится.

Коротко о работе формирователя регулируемой задержки. Когда замыкающие контакты переключателя *S2* находятся в верхнем по схеме положении, сигнал с выхода

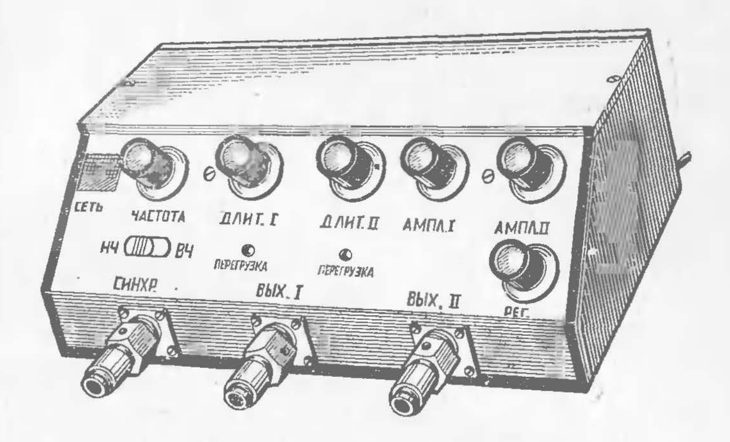


Рис. 5. Конструкция генератора

элемента *D4.4* поступает на вход ждущего мультивибратора на элементах *D1.4* и *D5.4*, который формирует импульс. Длительность сформированного импульса, определяющего время задержки, можно регулировать переменным резистором *R3* в пределах длительности импульсов каналов.

По срезу сформированного импульса задержки укорачивающая цепь, состоящая из элементов *D4.1, D4.2, D4.3* и *D4.4*, вырабатывает короткий импульс, поступающий на вход канала *I*.

Принципиальная схема источника питания генератора приведена на рис. 4. Он включает в себя понижающий трансформатор типа ТПП 224, выпрямительный мост на диодах *V1...V4* и стабилизаторы с выходными напряжениями +12 В (для питания усилительной части) и +5 В (для питания микросхем). Коэффициент стабилизации около 70. При номинальном напряжении сети пульсации на выходе источника не превышают 3 мВ. Ток потребления генератора около 400 мА.

Генератор выполнен в виде малогабаритного переносного прибора (рис. 5). Корпус его изготовлен из дюралюминия толщиной 1,5 мм. Задняя крышка съемная, крепится к кожуху винтами М2.

Весь прибор смонтирован на двух печатных платах (плата генератора и плата блока питания). Платы изготовлены из стеклотекстолита марки СФ-1 толщиной 1,5 мм и крепятся на стойках из изоляционного материала к днищу корпуса винтами.

Трансформатор блока питания крепится также к днищу корпуса. Транзисторы стабилизаторов укреплены на дюралюминиевых пластинах размерами 40×40×3 мм, играющих роль радиаторов.

В генераторе применены следующие детали: конденсаторы типа КМ-5б; резисторы *R1, R3, R5* и *R6* — типа СП5-1Б, *R13* и *R14* — СП-11, все остальные резисторы типа МЛТ-0,25; оптроны *U1...U4* типа ОЭП-1; индикаторные лампы *H1* и *H2* — СМН 6,3-20, микросхемы серии К133.

Трансформатор *T1* блока питания может быть самодельным: магнитопровод УШ16×32, обмотка *I*—2100 витков провода ПЭВ-1 0,14, обмотка *II*—220 витков провода ПЭВ-1 0,44.

На передней панели прибора расположены следующие органы управления: индикатор включения сети «Сеть», ручка перестройки по частоте «Частота», ручки регулировки длительности импульсов «Длит. I» и «Длит. II», ручки регулировки амплитуды выходных импульсов «Ампл. I» и «Ампл. II», тумблер включения задержки «Задержка вкл.» и ручка регулировки задержки «Рег. задержки», тумблер включения одного из конденсаторов времязадающей части генератора «НЧ» и «ВЧ», индикаторы перегрузки «Перегрузка», а также три высокочастотных разъема типа СР-50-155ф «Синхр.», «Вых. I» и «Вых. II». Переключатели типа ПД-22ПЧН. Тумблер включения сети расположен на задней стенке вместе с предохранителем. Специальной экранировки генератора не требуется.

Правильно смонтированный генератор наладки не требует. Работоспособность прибора может быть определена при помощи осциллографа (например, С1-65) и цифрового частотомера (например, Ч3-33). Осциллограф позволяет наблюдать форму генерируемых колебаний и измерять амплитуду, а частотомер — измерять частоту импульсной последовательности при перестройке по частоте.

РАДИОЛЮБИТЕЛЮ-КОНСТРУКТОРУ

ОПЕРАЦИОННЫЙ УСИЛИТЕЛЬ ПОСТОЯННОГО ТОКА

А. Межлумян

Известно, что амплитуда выходного сигнала серийно выпускаемых операционных усилителей сравнительно невелика. Так, для операционных усилителей К153УД1 (К1УТ531А) и К153УД2 она составляет +10 В, а для других серий еще меньше. Во многих же случаях требуется значительно бóльшая амплитуда выходного сигнала, обеспечиваемая применением усилителей постоянного тока.

Описываемые здесь усилители можно использовать в качестве выходного или предоконечного каскада интегрального операционного усилителя, а также как самостоятельный операционный усилитель.

Вниманию читателей предлагаются два варианта усилителя. Первый вариант приведен на рис. 1.

Входное сопротивление усилителя не менее 15 кОм. Выходное сопротивление сравнительно невелико, однако неискаженная передача сигнала обеспечивается только при сопротивлении нагрузки не менее 10 кОм. Полоса пропускания усилителя без обратной связи по уровню 0,9 около 250 Гц. При введении отрицательной обратной связи (на схеме — резистор *R11*) полоса пропускания расширяется до 1000 Гц. Для расширения полосы пропускания можно ввести дополнительные конденсаторы *C1* и *C2*, показанные на схеме штриховыми линиями. Коэффициент усиления не менее 50. Линейность характеристики не хуже 0,5%.

Усилитель собран на двух последовательно соединенных транзисторах *V1* и *V2* разной структуры. Транзисторы включены по схеме с общим эмиттером, что позволило получить коэффициент передачи по напряжению больше единицы. Выходной сигнал снимается с точки соединения коллекторов транзисторов.

Напряжения смещения на базах транзисторов создаются цепочкой резисторов *R1, R2, R3*. Ток покоя каскада устанавливают исходя из минимальной мощности, потребляемой каскадом, и обеспечения стабильности его работы.

Входом усилителя является средняя точка цепочки резисторов смещения. Резисторы *R9* и *R10*, включенные между эмиттерами транзисторов *V1, V2* и проводниками цепи двуполярного источника питания, создают местную отрицательную обратную связь, что способствует некоторому

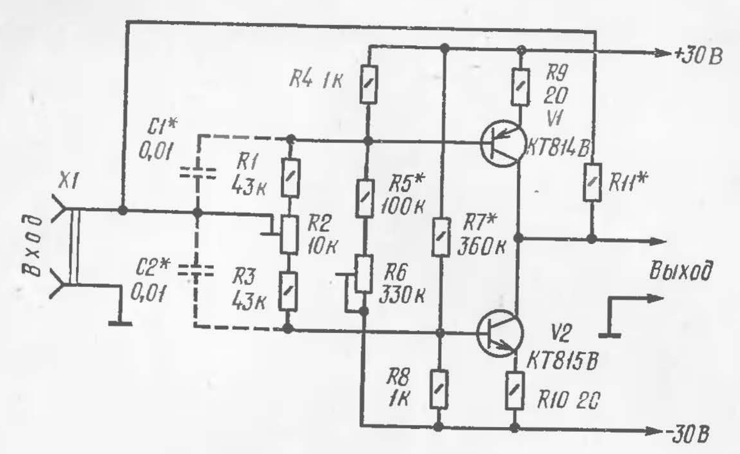
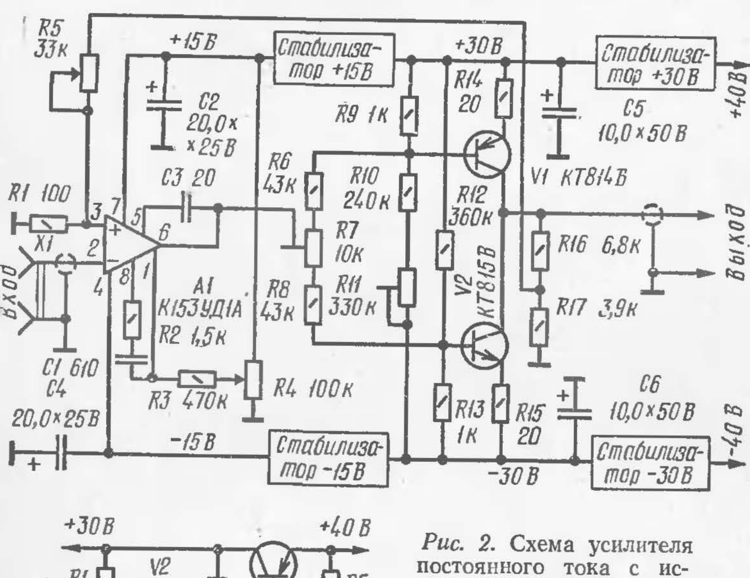


Рис. 1. Схема усилителя



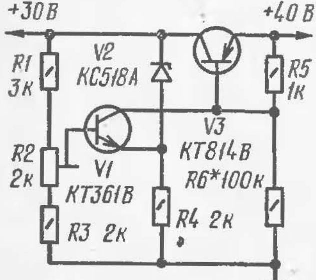


Рис. 2. Схема усилителя постоянного тока с использованием серийного операционного усилителя

Рис. 3. Схема стабилизатора напряжения

повышению стабильности. Работа усилителя возможна и без этих резисторов.

Резисторы *R4* и *R8* являются токоотводящими элементами и служат для уменьшения влияния изменения параметра $I_{КБО}$ транзисторов под действием температуры на стабильность выходного нуля усилителя. Чтобы уменьшить дрейф нуля на выходе усилителя, вызываемый изменением тока $I_{КБО}$ из-за неравномерного прогрева транзисторов, их для выравнивания температур целесообразно установить на общий теплоотвод возможно ближе друг к другу.

Подбором резистора *R7* регулируют начальное смещение выходного нуля усилителя, что необходимо для его балансировки. Подстроечным резистором *R6* обеспечивают начальный ток транзистора *V1*, добиваясь нуля на выходе усилителя. Нулевое напряжение на входе усилителя устанавливают подстроечным резистором *R2*.

Амплитуда выходного напряжения усилителя ограничивается предельно допустимыми для транзисторов значениями напряжения $U_{КЭ\ макс}$. Применяемые транзисторы должны иметь $U_{КЭ\ макс} \geqslant 2U_{пит}$. Для рекомендуемого усилителя амплитуда напряжения ограничивается транзистором КТ815В, $U_{КЭ\ макс}$ которого 60 В. Поэтому напряжение двуполярного источника питания выбрано +30 В, а амплитуда выходного напряжения с некоторым запасом принята равной +27 В.

Для повышения выходной мощности усилителя он может быть дополнен каскадом усиления мощности, представляющим собой эмиттерный повторитель, собранный на транзисторах разной структуры.

На рис. 2 приведена схема второго варианта усилителя постоянного тока, в котором используется серийный операционный усилитель К153УД1А. Отрицательная обратная связь может быть местной, то есть охватывающей каждый операционный усилитель, или общей (как на схеме). Этот вариант усилителя позволяет получить лучшие параметры, в частности, по линейности выходной характеристики, которая у рекомендуемого усилителя не хуже 0,1%. Рабочая полоса частот усилителя не менее 1,5 кГц. Коэффициент передачи, определяемый цепью обратной связи (резисторы *R1, R5, R16, R17*), должен выбираться исходя из конкретных требований, предъявляемых к усилителю.

Транзистор КТ814В можно заменить на П306А, а КТ815В — на П701А.

В усилителе использованы четыре стабилизатора напряжения.

Схема стабилизатора напряжения +30 В показана на рис. 3. Стабилизатор напряжения +15 В отличается от него только типом стабилитрона *V2* — он должен быть Д814Г.

По такой же схеме собирают и стабилизаторы напряжений —30 В и —15 В. Но в первом из них транзистор *V1* должен быть КТ814В, *V3* — КТ815В, стабилитрон *V2* — КС518А, а во втором стабилизаторе соответственно КТ316В, КТ815В и Д814Г с учетом, разумеется, полярности их включения.

Резисторы *R5* подбирают из условия обеспечения надежного запуска стабилизаторов напряжений.

Настраивают усилитель, предварительно отключив цепочки обратной связи. Сначала резистором *R7* устанавливают нуль на входе, резистором *R11* — нуль на выходе усилителя, затем восстанавливают цепь обратной связи. Во время работы усилителя установку нуля осуществляют резистором *R4*, а коэффициент передачи регулируют резистором *R5*.

ЦИФРОВАЯ ТЕХНИКА

НАСТОЛЬНЫЕ ЦИФРОВЫЕ ЧАСЫ С СИГНАЛЬНЫМ УСТРОЙСТВОМ

А. Семенников

Структурная схема этого бытового электронного устройства, доступного для повторения радиолюбителями, знакомыми с цифровой техникой, показана на рис. 1. На ней основные узлы и блоки, обозначенные сплошными линиями, относятся к самим часам с сигнальным устройством, а обозначенные штриховыми линиями — к календарю, которым по желанию можно дополнить часы.

Устройство выполнено на интегральных микросхемах серии К155. Цифровая индикация часов, минут и секунд осуществляется газоразрядными индикаторами ИН12А. Корректировка «хода» часов производится по сигналам точного времени, передаваемым радиовещательными станциями.

Принципиальная электрическая схема часов с сигнальным устройством, выполняющим роль будильника, изображена на рис. 2. Генератор задающих импульсов часов вы-

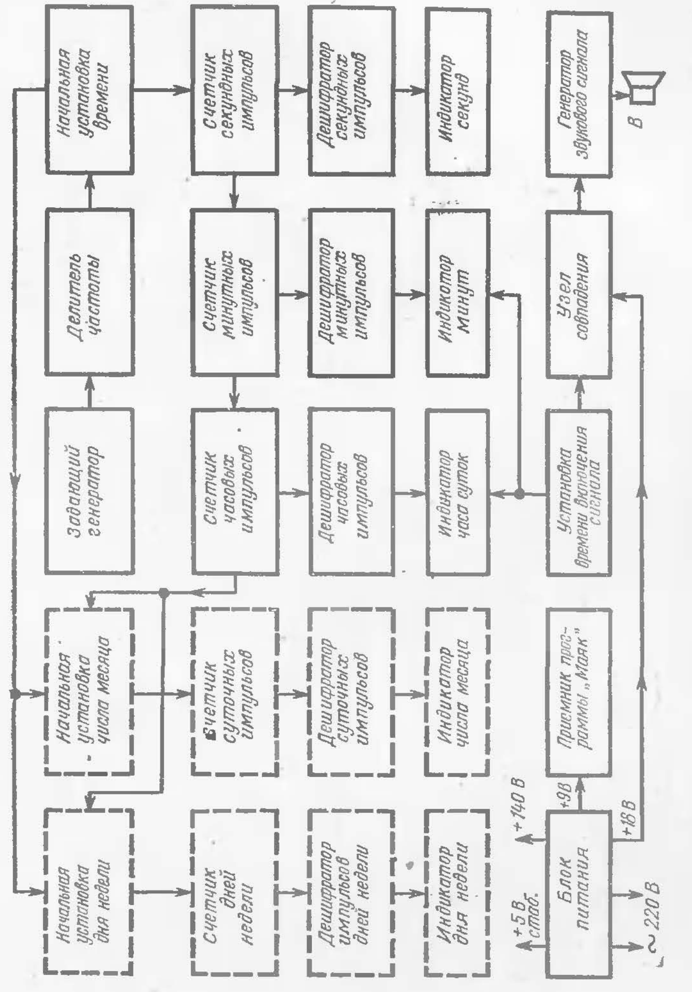


Рис. 1. Структурная схема часов

D1, D19, D21, D22 K155ЛА3
D2–D6 K155ИЕ1
D7, D8, D10, D12 K155ИЕ2
D9, D11 K155ИЕ4
D13–D18 K155ИД1
D20 K155ЛЕ2

Рис. 2. Принципиальная схема часов

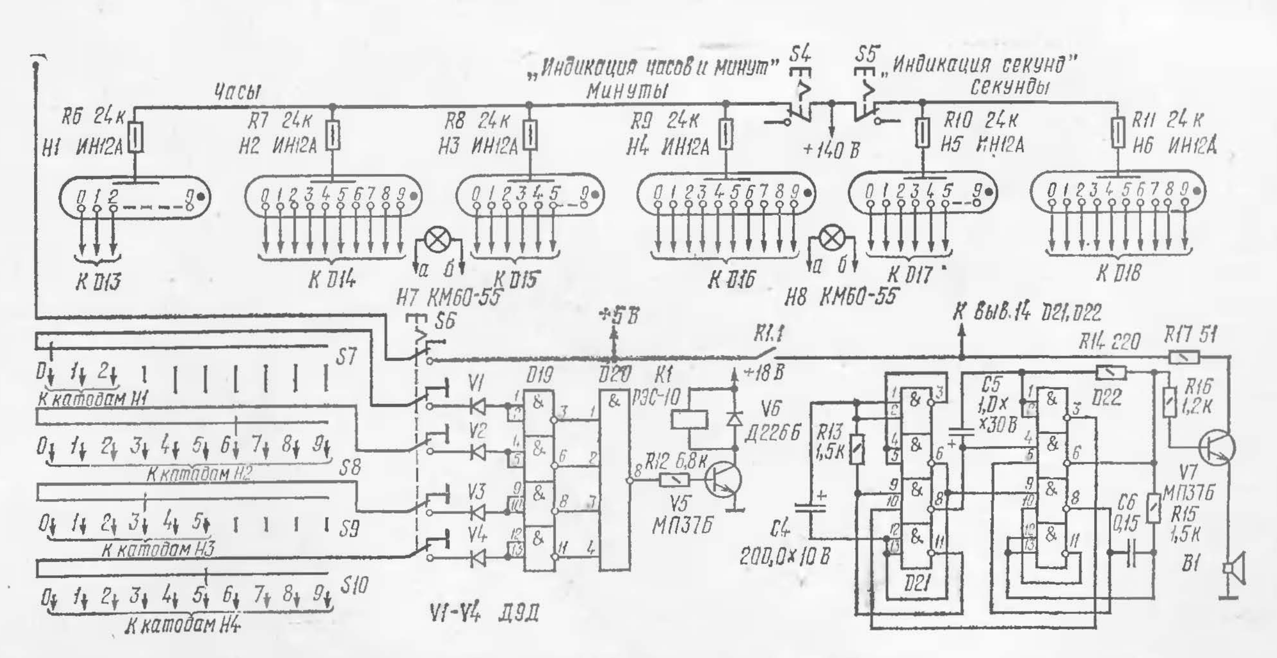


Рис. 2. Принципиальная схема часов (продолжение)

полнен на микросхеме К155ЛА3 *(D1)*, содержащей четыре элемента 2И-НЕ. Стабилизация частоты генерируемых импульсов осуществляется кварцевым резонатором *Z1* на 100 кГц (в вакуумном исполнении). Точную установку частоты генератора производят подстроечным конденсатором *C2*.

Импульсы отрицательной полярности задающего генератора поступают на вход делителя частоты, состоящего из пяти последовательно соединенных микросхем К155ИЕ1 *(D2...D6)*. Каждый элемент этого делителя делит частоту импульсов на 10. В результате на вход счетчика секундных импульсов *D12* (микросхема К155ИЕ2) через переключатель *S1* поступают импульсы с частотой следования 1 Гц. При других положениях переключателя *S1* на вход микросхемы можно подавать (или в первом положении вообще не подавать) импульсы с частотой следования 10, 100 и 1000 Гц, что необходимо для первоначальной установки времени, например, после перерыва в питании от электросети, или при необходимости корректировки показаний часов.

Микросхемы *D12, D10* и *D8* (К155ИЕ2) работают как двоично-десятичный последовательный счетчик в коде 1-2-4-8, то есть являются счетчиком единиц секундных, единиц минутных и единиц часовых импульсов. Микросхемы *D11* и *D9* (К155ИЕ4) работают как делитель частоты на 6, поэтому на их выходах получаются импульсы десятков секунд и десятков минут. Импульсы десятков (0, 1, 2) часов создает микросхема *D7* (К155ИЕ2). Когда индикаторы часов *H1...H6* будут показывать 23 ч 59 мин 59 с и затем на вход микросхемы *D12* поступит очередной импульс, в этот момент на входах *R0* микросхем *D8* и *D7* появится логическая 1, в результате чего эти микросхемы перейдут в нулевое состояние — часы покажут 00.00.00. С этого момента начнется отсчет времени следующих суток.

Для дешифрации состояний счетчиков часовых, минутных и секундных импульсов используются микросхемы *D13...D18* (К155ИД1). Соответствующие выходы этих микросхем подключают к катодам цифровых индикаторов *H1...H6*, аноды которых через ограничительные резисторы *R6...R11* питаются напряжением +140 В от блока питания.

Долговечность индикаторов ИН12А по ТУ не менее 5000 ч, поэтому включение анодного питания для экономии ламп желательно производить на ограниченное время кнопочными переключателями *S4* («Индикация часов и минут») и *S5* («Индикация секунд»).

Для удобства отсчета (отделения показаний) времени между индикаторами часов, минут и секунд расположены торцами баллоны коммутаторных ламп КМ60-55 *(H7, H8)*, постоянно питаемых переменным напряжением 18 В, снимаемым с обмотки *III* трансформатора блока питания (см. рис. 3). Недокал этих ламп не только увеличивает срок службы, но и придает одинаковую окраску с показаниями индикаторов ИН12А. Их постоянное свечение указывает на включенное питание и может служить также «ночником».

Микровыключатели *S2* и *S3* служат для установки показаний индикаторов минут и секунд на нуль.

Точная установка времени по сигналам радиопрограммы «Маяк» производится следующим образом. Менее чем за минуту до приема сигналов точного времени нажимают кнопку *S2*, а затем кнопку *S3*. При этом на индикаторах *H3...H6* устанавливаются нулевые показания минут и секунд. В момент начала шестого радиосигнала отпускают кнопку *S3*. В дальнейшем, не трогая кнопок *S2* и *S3*, с началом шестого сигнала, по показаниям индикаторов *H5* и *H6* определяют неточность «хода» часов и подстроечным конденсатором *C2* производят корректировку частоты задающего генератора. После нескольких последовательных подобных манипуляций ошибку показаний часов можно снизить до +1 с за неделю.

К сигнальной части часов относятся все элементы, изображенные в нижней части схемы на рис. 2. С помощью переключателей *S7...S10*, контакты которых непосредственно соединены с соответствующими катодами индикаторных ламп *H1...H4*, можно запрограммировать любой момент суток включения звукового сигнала с точностью до минуты, продолжительностью в одну минуту. Показанное на схеме положение контактов переключателей *S7...S10* соответствует началу звукового сигнала 06 ч 35 мин.

Индикация заданного времени осуществляется лампами *H1...H4*, при этом кнопка переключателя *S6* должна быть отжата. В этом случае дешифраторы *D13...D18* не работают, так как напряжение питания +5 В на них не подается. После этого кнопку переключателя *S6* нажимают. В момент наступления заданного времени (в нашем примере 06 ч 35 мин) через диоды *V1...V4* и инверторы микросхемы *D19* на четыре входа микросхемы *D20* (К155ЛБ2), выполняющей функцию узла совпадения 8И-НЕ подается уровень, снижающий напряжение на ее выходе с 3,5 до 0,25 В. При этом электромагнитное реле *K1*, включенное в

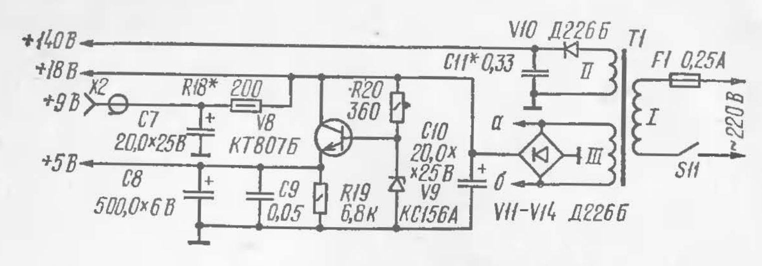


Рис. 3. Схема блока питания

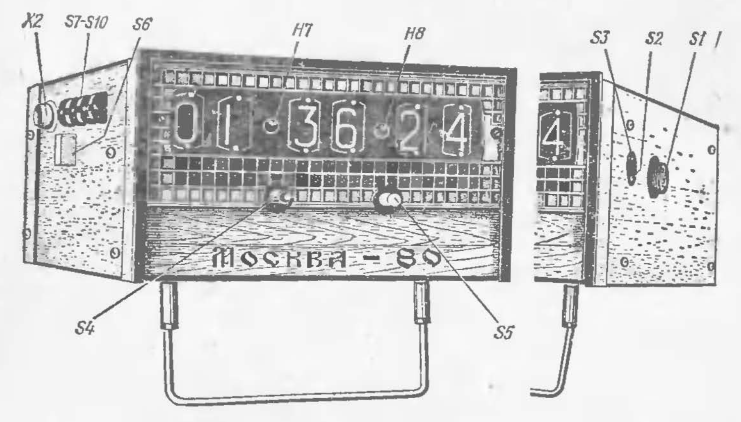


Рис. 4. Конструкция часов

коллекторную цепь транзистора *V5*, отпускает, его контакты *K1.1* замыкаются и через них на звуковой генератор подается напряжение питания +5 В.

Двухтональный генератор сигнального устройства собран (по схеме, опубликованной в «Радио» № 9 за 1979 г.) на микросхемах *D21*, *D22* и транзисторе *V7*, в эмиттерную цепь которого включена динамическая головка *B1* мощностью 0,1 Вт. Конденсаторы *C5* и *C6* определяют частоты генераторов, а конденсатор *C4* — частоту их переключения.

Блок питания (рис. 3), представляющий собой самостоятельную конструкцию, образуют сетевой трансформатор *T1* и два выпрямителя: однополупериодный на диоде *V10* и двухполупериодный на диодах *V11...V14*, напряжение которого стабилизируется стабилитроном *V9* и транзистором *V8*. Стабилизированное напряжение +5 В используется для питания всех микросхем устройства. Для увеличения срока службы индикаторных ламп ИН12А питать их аноды желательно слабоотфильтрованным или пульсирующим напряжением, поэтому в описываемых часах оно осуществляется от однополупериодного выпрямителя со сглаживающим конденсатором *C11* сравнительно небольшой емкости. Для четкого срабатывания реле *K1* (РЭС-10, паспорт РС4.524.302) на него подается напряжение +18 В, которое снимается непосредственно с выпрямительного моста *V11...V14*, минуя стабилизатор напряжения. Отсюда же снимается и фильтруется ячейкой *R18C7* напряжение питания транзисторного приемника (+9 В), рассчитанного на прием радиостанции «Маяк».

Часы смонтированы в корпусе размерами 175×110××190 мм (рис. 4). Его основой служит каркас из дюралюминиевых уголков, стенки — декоративный пластик толщиной 1,5 мм. В верхней стенке сделаны вентиляционные отверстия и отверстие для подстройки конденсатора *C2*. Самостоятельными узлами являются: блок питания, задающий генератор, унифицированная печатная плата с микросхемами *D2...D18*, блок индикаторных *(H1...H6)* и коммутаторных *(H7, H8)* ламп, панелька с переключателями *S4* и *S5*, плата с деталями сигнальной части (кроме динамической головки и переключателей *S6...S10*), дюралюминиевая пластина размерами 145×45 мм с находящимися на ней переключателями *S6...S10* и гнездовой частью разъема *X2* для подключения шланга питания радиоприемника. Из-за значительных помех радиоприему, возникающих во время работы часов, приемник располагают на расстоянии около 1 м от часов. Головка *B1* (0,1ГД-6) находится на нижней стенке корпуса, снизу к этой стенке прикреплена металлическая скоба, позволяющая вести обзор индикаторов под углом 60° от поверхности стола. Верхний и боковые углы корпуса закрыты хромированными уголками.

Все резисторы типа МЛТ, неэлектролитические конденсаторы — МБМ, БМТ-2, КТ-2, электролитические — К50-6, К50-12, ЭМ. Конденсатор *C2* с воздушным диэлектриком, с осью под шлиц.

Переключатель *S1* типа МПВ-1, *S7...S10* — МПН-2, *S2* и *S3* — микропереключатели МП-5, *S6* — П2К. Переключатели *S4* и *S5* — кнопочные, предназначаемые для настольных ламп.

В блоке питания использован готовый подходящий трансформатор. Данные самодельного трансформатора: магнитопровод ШЛ16×32 из холоднокатанной стали

Э-330А, обмотка *I*—2200 витков провода ПЭВ-1 0,25, обмотка *II*—2000 витков провода ПЭВ-1 0,1, обмотка *III*—180 витков провода ПЭВ-1 0,8. Транзистор *V8* стабилизатора напряжения установлен на радиаторе РДЕ11.

Монтаж деталей на платах можно выполнять как печатным, так и навесным методом. Надо только учитывать рекомендации по монтажу микросхем, данные в «Радио» за 1979 г., № 5, с тем, чтобы повысить помехоустойчивость часов, особенно от воздействия флуктуаций, возникающих в электросети.

После монтажа каждый узел устройства должен быть тщательно проверен, так как смена уже запаянной микросхемы представляет определенные трудности и может привести к выходу ее из строя.

Сначала проверяют блок питания, а затем в определенной последовательности задающий генератор, делитель на 10^6, работу счетчиков и дешифраторов секундных, минутных и, наконец, часовых импульсов. Если питающие напряжения соответствуют рекомендуемым, все детали предварительно проверены, монтаж выполнен аккуратно и точно по схеме, то и часы будут функционировать надежно.

Поскольку кварцевый резонатор имеет допуск по частоте, частота импульсов на выходе задающего генератора может иметь отклонение от 100 кГц. Если его собственная частота окажется меньше номинальной, конденсатор *C2* должен быть включен последовательно с резонатором, то есть так, как показано на схеме рис. 2, а если больше, то параллельно ему.

Для того чтобы не происходило полного нарушения показаний индикаторов при кратковременном выключении питающей электросети, в блоке питания параллельно конденсатору *C8* желательно подключить аккумуляторную батарею напряжением 5 В, составленную из четырех элементов Д-0,3 (или элементов большей емкости).

Календарь. Как уже сказано выше, устройством, дополняющим часы, может быть календарь, показывающий день недели и число текущего месяца. Схема возможного варианта такого календаря приведена на рис. 5. На выходе микросхемы *D7* часов (см. рис. 2) формируются импульсы с периодом следования, равным суткам, которые поступают (через разъем *X1*) на счетчик *D23* дней недели и счетчик *D25* чисел месяца, то есть счетчик суточных импульсов. Узел календаря, образованный микросхемами *D25, D24, D28* и *D27*, функционирует аналогично счетчику-дешифратору секундных (или минутных) импульсов.

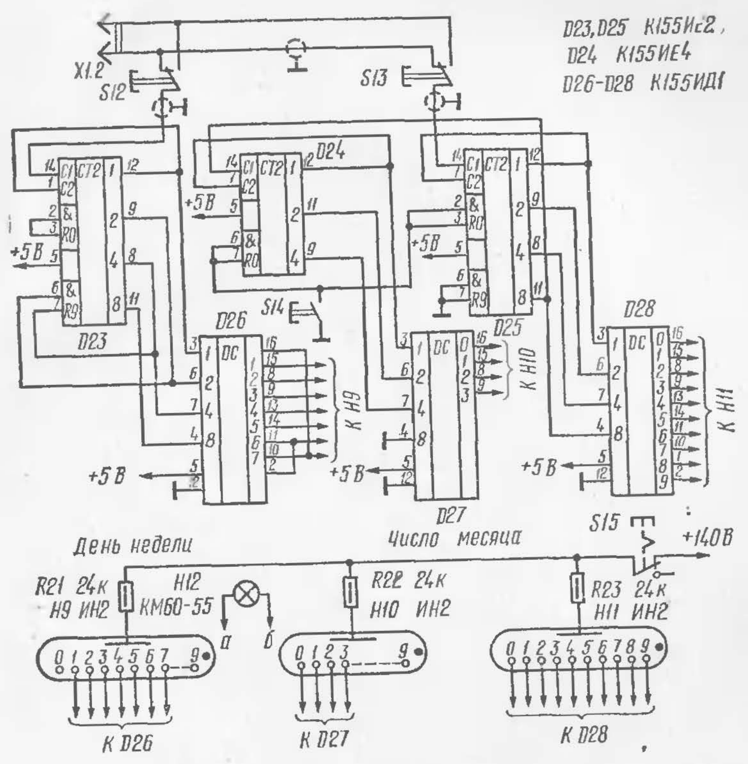


Рис. 5. Схема календаря к часам

Дешифратор *D26* импульсов дней недели позволяет получать на индикаторе *H9* последовательно изображение цифр 1, 2, 3 (1 — понедельник, 2 — вторник...) ...7, 1, 2, 3 и т. д. А так как нет периодичности числа дней разных месяцев года (30, 31, 28, 29), то в последний день месяца необходимо производить установку микросхем *D25...D24* на нуль микрокнопкой *S14*.

Первоначальная установка показаний цифровых индикаторов *H9...H11* и случайные сбои импульсов могут быть скорректированы микропереключателями *S12* и *S13* подачей секундных импульсов с выхода *5* микросхемы *D6* часов.

Чтобы отделить цифры календаря от показаний часов, минут и секунд, целесообразно применить индикаторные лампы другого типа, например ИН2.

Календарь может быть выполнен в виде самостоятельной конструкции, размещаемой под часами. Питание

осуществляется от блока питания часов (+5 В, +140 В) через разъем любого типа. При таком размещении календаря разъем *X1* может не понадобиться, так как платы с микросхемами часов и календаря будут находиться близко друг от друга, и провод, идущий от выхода *9* микросхемы *D7* часов к входам *14* микросхем *D23* и *D25* календаря, будет коротким.

ЭЛЕКТРОНИКА В БЫТУ

КОМБИНИРОВАННЫЙ ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЬ ЕЛОЧНЫХ ГИРЛЯНД

С. Казакявичус

В основу этого переключателя елочных гирлянд положен четырехфазный тринисторный мультивибратор, описанный А. Александровым и В. Лысенко в журнале «Радио», № 11 за 1979 год. Но рекомендованный ими переключатель дополнен транзисторным мультивибратором и триггером, что дало возможность получить более интересные световые эффекты.

Принципиальная схема переключателя показана на рис. 1. При включении его в сеть свет по гирляндам «бежит» в одну сторону. Спустя примерно 12 с меняется его направление, еще через 12 с не только направление, но и скорость, а еще через 12 с при той же скорости вновь меняется направление. Далее цикл повторяется.

Каждую гирлянду составляют из последовательно соединенных ламп на ток накала не более 0,5 А при максимальном напряжении сети переменного тока. Лампы гирлянд *H1...H4* располагают в ряд так, чтобы они чередовались. Разъем *X6* предназначен для подключения дополнительной, постоянно светящейся гирлянды *H5*, рассчитанной на потребляемый ток до 0,3 А.

Четырехфазный мультивибратор собран на тринисторах *V3, V7, V11* и *V15*, а дополнительный симметричный мультивибратор — на составных транзисторах *V22V24* и *V25V26*. Переключатель работает в широких пределах изменения напряжения сети.

Во время работы мультивибратора электромагнитное реле *K1* через каждые 11—13 с переключающимися контактами *K1.1...K1.4* подключает лампы гирлянд *H1...H4* к диодам *V2, V6, V10, V14* в обратном порядке.

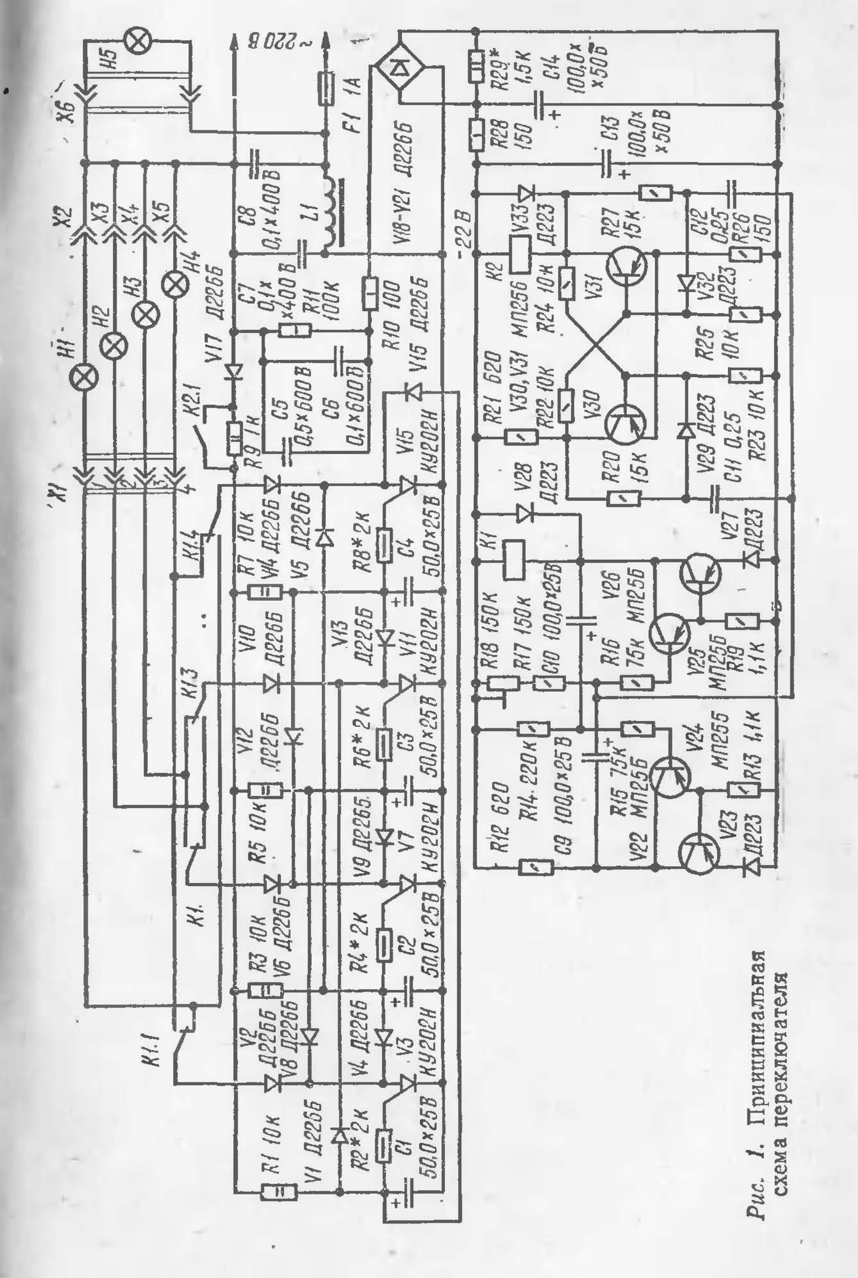


Рис. 1. Принципиальная схема переключателя

На транзисторах *V30* и *V31* собран триггер. Импульсы мультивибратора переключают его из одного устойчивого состояния в другое. Электромагнитное реле *K2*, включенное в коллекторную цепь транзистора *V31*, срабатывая, своими контактами *K2.1* шунтирует резистор *R9*, влияющий на длительность зарядки конденсаторов *C1, C2, C3, C4* и тем самым изменяет частоту переключения гирлянд.

Для питания мультивибратора и триггера применен бестрансформаторный выпрямитель на диодах *V18...V21*, включенных по мостовой схеме. Избыточное напряжение сети гасится цепью *C5C6R10R11*. Подбором резистора *R29* устанавливают необходимое напряжение на выходе фильтра *R28C13C14*, сглаживающего пульсации выпрямленного напряжения. Фильтр *L1C7C8* ослабляет радиопомехи. Вместо МП25Б можно использовать транзисторы МП26Б или МП25А, МП26А, МП25, МП26 со статическим коэффициентом передачи тока не менее 25. Диоды Д223 могут быть с любыми буквенными индексами. Тринисторы КУ202Н можно заменить на КУ202М, КУ202Л, КУ201Н, КУ201М, КУ201Л, диоды Д246Б — на Д232Б, Д231Б и другие.

В переключателе использованы резисторы типа МЛТ, подстроечный резистор *R18* — СП-0,4, электролитические конденсаторы — К50-6. Конденсаторы: *C5* — ОКБГ-МП, *C6* — КБГ-МП, *C7* и *C8* — БМТ-2 или КБГ-М2 на номинальное напряжение 400 В, *C11* и *C12* — МБМ. Дроссель *L1* типа Д-06 (индуктивность 51 мкГн). Реле *K1* — РЭС-22 (паспорт РФ4.500.131), *K2* — РЭС-10 (паспорт РС4.524.302). Разъем *X1* образуют розетка СГ-5 и штепсель СШ-5. Пятый контакт разъема не используется. Все детали, кроме дросселя *L1*, конденсатора *C8*, предохранителя *F1* и разъемов, смонтированы на печатной плате размерами 148×232 мм, укрепленной в корпусе с открывающейся крышкой, на которой находятся предохранитель, все разъемы, дроссель *L1* и конденсатор *C8*.

Налаживание устройства начинают с проверки работы тринисторного переключателя при минимальном напряжении сети. Для этого обесточивают мультивибратор и триггер, отпаяв один из выводов резистора *R10*. К разъемам *X1...X5* подключают гирлянды и подают на переключатель напряжение сети, пониженное ЛАТРом до 175—180 В. При значительном разбросе параметров тринисторов и неидентичности емкостей времязадающих конденсаторов переключатель может работать нечетко. В таком случае в одной или во всех ячейках четырехфазного мультивибратора подбирают резисторы *R2, R4, R6, R8* в пределах 1,8...4,7 кОм. При повышенных напряжениях питания переключатель обычно работает четко.

Далее восстанавливают соединение резистора *R10* и при напряжении сети 220 В измеряют постоянное напряжение на конденсаторе *C13*, которое должно быть в пределах 21,5...22,5 В. В случае отклонения напряжения от этого значения подбирают резистор *R29*. Его сопротивление может быть в пределах 1,2...1,8 кОм. При этом реле *K1* должно четко срабатывать через каждые 11...13 с, а реле *K2* — через 22...26 с. Подстроечным резистором *R18* устанавливают одинаковую длительность импульсов мультивибратора.

СОДЕРЖАНИЕ